ISSN 0582—415X

西水研研報
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.
(63), 1986

LIBRARY
MAY 27 1986
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 63
March 1986

西海区水産研究所研究報告

第 63 号

東シナ海奄美大島北西海域における黒潮の流動特性……宮地邦明・井上尚文　1

日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態—II．
漁場群別の生物特性……飯塚景記・濱崎清一　15

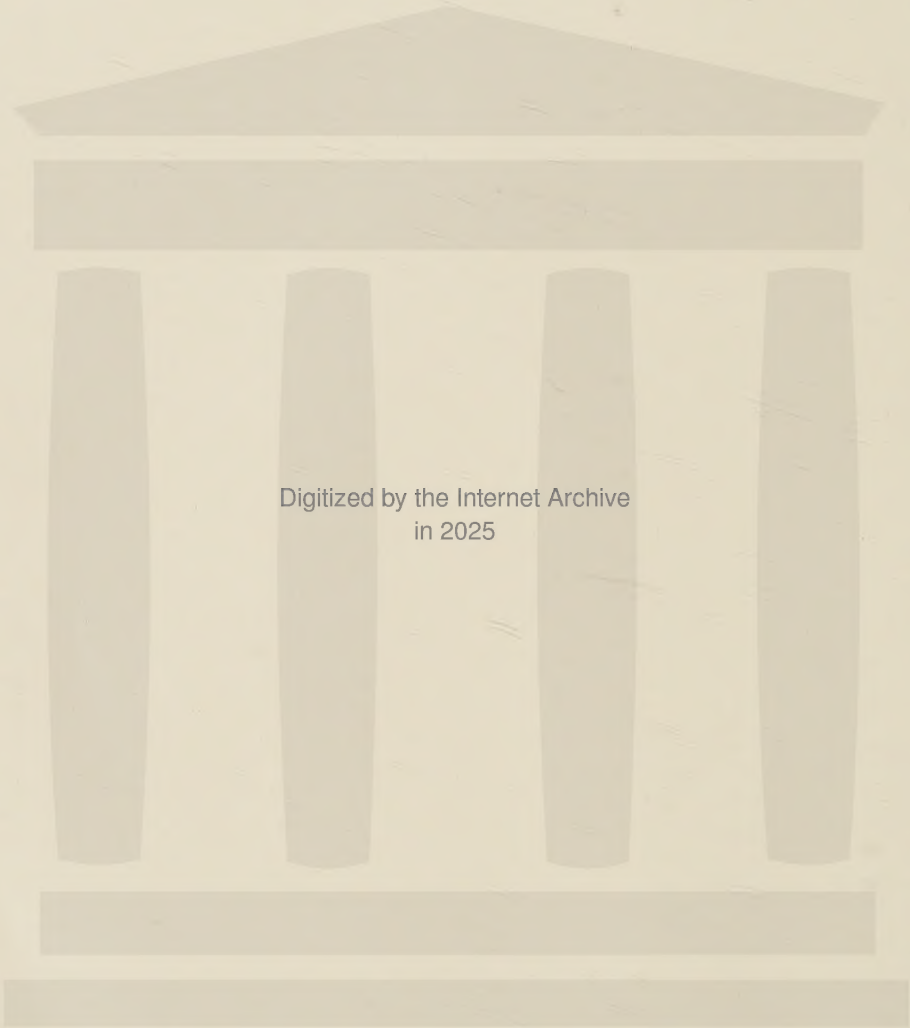
東シナ海産ワニエソの年齢と成長……濵田律子　49

平戸島志々伎湾アミ類群集のスキューバ観察の一例（英文）……森岡泰啓・木元克則　61

高温条件下におけるエゾアワビ，クロアワビ，交雑アワビの
成長と生残……井上清和・鬼頭　鈞・浮　永久・菊地省吾　73

西海区水産研究所
長崎市国分町 49

昭和 61 年 3 月



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-seikai-national-fisheries-research-institute_1986-03_63

西水研研報　第63号，昭和61年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 63, March, 1986

東シナ海奄美大島北西海域における黒潮の流動特性

宮地　邦明*・井上　尚文**

Characteristics of the Flow of the Kuroshio in Northwest Waters off Amami Ōshima in the East China Sea

Kuniaki MIYAJI* and Naofumi INOUE**

The measurement of current by the moored current meter systems was made to observe the movement of the Kuroshio in the continental slope area located to the northwest of Amami Ōsima in the East China Sea during the cruise of R/V Yoko Maru from December 1982 to February 1983. Off the northwest of Kasari Saki in the northern edge of Amami Ōsima, the Kuroshio stream was rather stagnant, although unstable making branches frequently. When the Kuroshio intruded deeply into the continental shelf waters, its counter current prevailed in the waters adjacent to the shelf edge. The stream of the Kuroshio showed a periodical fluctuation of 10–15 days with a estimated spatial scale of about 200 km. These vary likely according to year and season. The mean current velocity at the depth of 290 m was lower than that of 100 m. The direction of the currents at the two depths was different; the lower flowed south-south-westward againest the Kuroshio and the upper in the opposite direction. However, they varied in similar manner of periodicity. The fluctuation of the currents propagated northward at a rate of about 0.2 m/sec.

は　じ　め　に

東シナ海の黒潮縁辺域における漁場環境の変動特性を明らかにするために，1981年度より黒潮の開発利用の調査研究（KER）の一環として「黒潮の流動と対馬暖流および黒潮分派の動態に関する調査」という課題で調査を実施している．対象海域がかなり広いためにいくつかの海域に分けて調査を行うことにし，1982年度は奄美大島北西海域の大陸斜面部で係留系による海流観測を実施した．

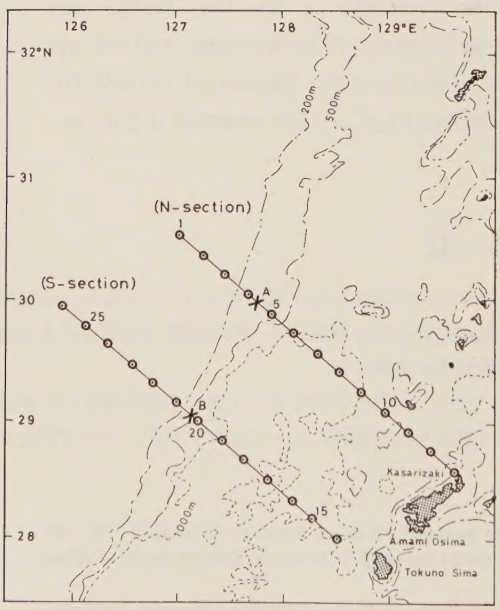
台湾と石垣島の間を通って東シナ海に流入した黒潮はほぼ大陸斜面域に沿って北上するが，やがて向きを

昭和60年5月30日受理（Recieved May 30, 1980）
西海区水産研究所業績第423号（Coutributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 423）
* 西海区水産研究所 〒850 長崎市国分町49（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-machi, Nagasaki 850, Japan）
** 現在 北海道区水産研究所 〒085 釧路市桂恋116（Present address: Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, Katsuragoi, Kushiro 085, Japan）

変えて大陸斜面を離れ，トカラ海峡に向かう．奄美大島北西海域は丁度黒潮が大陸斜面から離れる海域に当り，従来から対馬暖流の派生域と考えられていた海域である．海況は複雑で，前田ら[1]の力学計算結果によると，黒潮流軸の変動幅は75kmにも及び東シナ海の中で最も大きい．当海域での黒潮の変動は対馬暖流域や薩南海域に伝播し，海況に影響を及ぼしているばかりでなく，この海域の漁場形成など漁況にも密接に関連していると思われる．

東シナ海の黒潮変動に関する近年の報告としては，竹下[2,3]，柴田[4]の報告が挙げられる．竹下は鹿児島～奄美大島～沖縄間に就航（4日に1回往復）している定期貨客船「エメラルドあまみ」の航路上での水温の連続観測資料を解析し，トカラ海峡を通りぬける黒潮がほぼ20日周期の離接岸（南北）変動を示すことを明らかにしている．一方，柴田は沖縄北西の大陸棚（28°-20′N，126°-05′E）に設置されている気象庁の海洋気象ブイロボット4号の水温観測資料から20日周期の黒潮変動の存在を示唆している．また，筆者らが1982年冬期に実施した尖閣諸島海域の定置測流の結果[5]においても10日を超える周期の変動が認められている．しかし，観測期間が短かかったために周期を決定するまでに至っていない．一般に，ランダム変動を扱う場合にはその変動スケールに比べて十分長い区間のデータが必要とされている．したがって，10日あるいは20日といった流れの周期変動特性を明らかにするためには数ケ月にわたる長期連続測流が必要となる．近年，流速計や係留技術の進歩により長期連続測流が可能となり，各海域で行われるようになった．しかし，東シナ海に於てはその回数も少なく，係留方法による直接的な観測手段で20日周期の変動の存在が確かめられた例はないようである．本報では，今回の観測で得られた測流結果と周辺域の海洋観測結果を用いて，10～20日程度の周期変動の存在の検証を行うとともに奄美大島北西海域における黒潮の挙動についてその特性を明らかにする．なお，調査結果の一部については既に黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その6）[6]に報告している．

調　査　方　法



係留観測：Fig. 1 に示すA点（29°-57. 8′N，127°-44.6′E）とそれより南南西方に65マイル離れたB点（29°-00.4′N，127°-08.8′E）にアーンデラー流速計を係留し，連続測流を行った．係留期間は1982年12月8日から1983年2月16日までの71日間．設置点の水深はいずれも300m．測流深度は両点ともに100mと290mである．

断面観測：流速計の設置航海時（1982年12月7～15日）に黒潮を横切る南北二観測線（N・S-section）を配置し，DBTとSTDによる観測を実施した．また，回収航海時（1983年2月15～23日）にも同様な観測を試みた．しかし，この観測に関しては観測線を完全にカバー出来なかったので，Fig. 1 の北部観測線（N-section）沿いに実施したDBTの観測資料を用いた．

Fig. 1. 観測点の配置（1982年12月7～15日）
X：流速計設置点
Location of stations and bottom topography in the East China Sea, December 7-15, 1982.
X : Position of current meters were moored

結　　果

水温・塩分の鉛直分布

Fig. 2 と Fig. 3 は1982年12月7～15日の南北2観測断面における水温・塩分の鉛直分布図である．

まず，Fig. 2 の北部断面について見ると，水温は200m以深では各等温線が大陸棚に近づくにしたがって上昇し，あたかも中下層の海水が大陸斜面に沿って這い上がるような形状を示している．100～150m深の18℃等温線付近に顕著な温度躍層が見られ，特に大陸棚外縁寄りの大陸斜面上部域で鉛直温度傾度が大きい．100m以浅すなわち温度躍層より上部では，24℃台のウォームコアが海盆域から大陸斜面域にかけて形成されており，大陸棚外縁域に黒潮前線が認められる．また，この前線付近以外の海域では鉛直温度傾度が極めて小さい．

塩分については，海盆域の200m深を中心に34.7‰台の塩分極大層が見られ，それより下層では等塩分線が大陸斜面に近づくにしたがって深度を浅くしている．100m以浅では塩分の鉛直傾度は小さく，塩分の値は34.5‰から34.6‰台，大陸棚上水塊では34.3‰以下である．大陸棚外縁域に大陸棚上水塊と黒潮との前線が形成されている．このように表層で水温・塩分ともに鉛直傾度が小さく，対流混合による冬季の海況の特徴をよく表わしている．

南部断面（Fig.3）の水温・塩分鉛直分布は，北部における分布パターン（Fig.2）と全般的によく類似している．しかし，24℃等温線で示されるウォームコアは

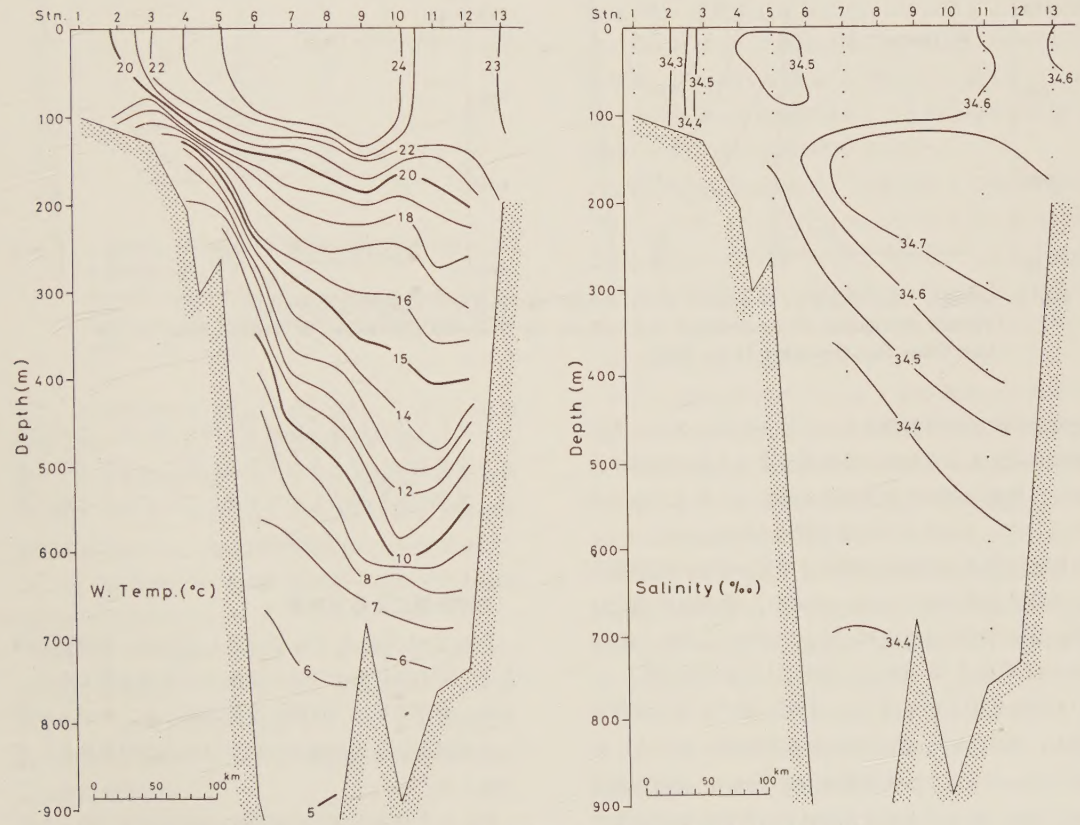


Fig. 2. 北部断面（笠利崎北西方，N-section）における水温・塩分鉛直分布（1982年12月7～15日）
Vertical distribution of temperature and salinity in N-section (north west of Kasari Saki) in the East China Sea. December 7-15, 1982.

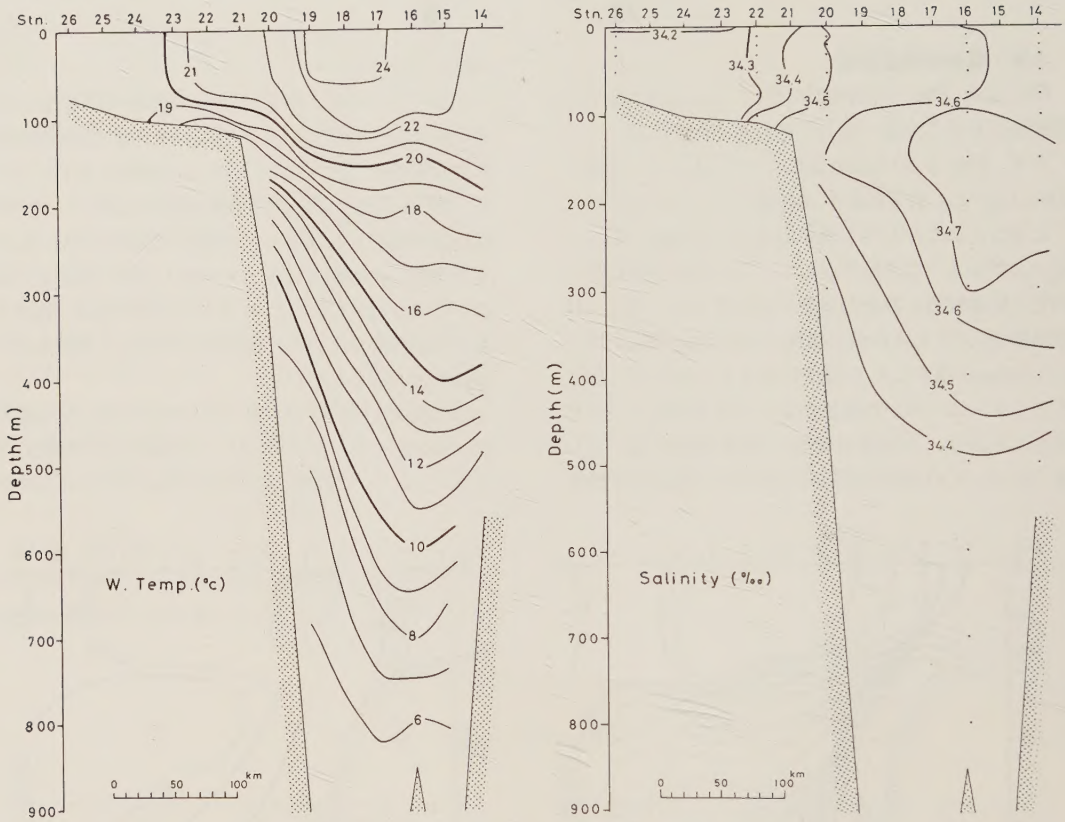


Fig. 3. 南部断面（徳之島北西方，S-section）における水温・塩分鉛直分布（1982年12月13～15日）
Vertical distribution of temperature and salinity in S-section (northwest to Tokuno Sima) in the East China Sea. December 13-15, 1982.

北部断面に比べて範囲が狭い．塩分についても，大陸棚端に見られる前線域で北部断面よりも水平傾度が大きく，等塩分線が大陸斜面上に張り出したような形状を示している等多少の相違が認められる．

Fig. 4 は2ケ月後の1983年2月15～23日の北部断面における水温分布である．ただし，観測点の番号は Fig. 2 の番号と対応していない（Stn. 4, Stn. 14がそれぞれ Fig. 2 の Stn. 1, Stn. 11とほぼ同位置）．これを見ると明らかなように，12月に比べ一段と冷却が進み，高温部の水温が21℃台まで降温している．また，ウォームコアは大陸棚寄りの Stn. 7 付近と海盆域の Stn. 10 から奄美大島側にかけての二つに分れて分布している．温度躍層は海盆域から大陸斜面域にかけて深度が次第に浅くなっているが，Stn. 9 付近をピークにして大陸斜面上部域で下降している．このように水温分布が12月と2月で非常に異なっていることから，黒潮の流動構造もかなり違っているものと思われる．

力学計算による地衡流

Fig. 5 は Fig. 2, Fig. 3 に示した水温・塩分資料にもとづく力学計算で求めた地衡流の流速分布である．なお，力学計算は 700db を無流面とし，それより浅い大陸斜面から大陸棚にかけては海底を無流面として計算した．

Fig. 5 を見ると南北両断面での流速分布に明らかな違いが認められる．すなわち，南部断面（Stn. 14～26）では黒潮流軸が明瞭に現われており，流れの幅が

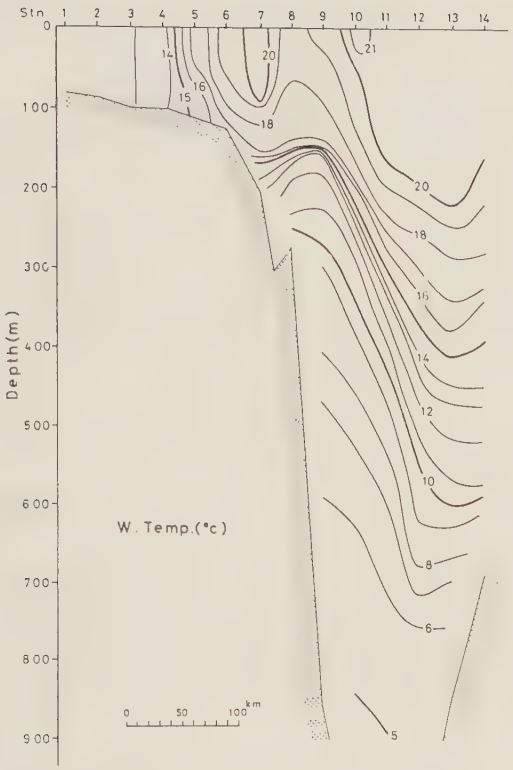


Fig. 4. 北部断面（N-section）近傍の水温鉛直分布（1983年2月15～23日）
Vertical distribution of temperature near the N section in the East China Sea, February 15 23, 1983.

狭く，最強流速部は 80cm/s 台と速い，しかし，北部断面（Stn. 1～13）では最強流速部が 30cm/s 台で遅く，しかも流幅が広くなって強流部が2ケ所に分れて分布している．反流域は，両断面に共通して黒潮の東側に見られるが，流速は北部断面の方が若干速い．その他，南部断面では黒潮の西側の大陸棚上にも微弱な反流が形成されている．

1983年2月の観測では塩分データが得られなかったので力学計算は行っていないが，水温分布のパターンからみて，流軸が12月の観測時に比べ，より明瞭に分れて分布し，Stn. 7～9 付近に反流域が存在していることが推測される．

係留観測結果

Fig. 6, Fig. 7 はA・B点での係留系による測流結果である．Fig. 6 には100m深，Fig. 7 には290m深の測流結果をそれぞれ北流成分，東流成分に分けて示している．なお，図中の細線で描いている折線グラフは1時間間隔の測得流速値，太線は25時間移動平均の値を示している．

流れの変動には半日周期の変動が明瞭に認められるが，明らかに黒潮の変動と思われる長期スケールの変動も捉えられている．

25時間移動平均からA点における100m 深の流動変動を見ると，観測開始当初は北分・東分ともに正の値を示しているが，東分は12月11日頃，北分は12月14日頃に負に転じ，しばらくの間負もしくは0に近い値で推移している．1月5日を境に東流成分が，それより若干遅れて7日頃に北流成分が正側に一旦転じるが長続きはせず，東流成分は1月14日頃，北流成分は1月16日頃に再び負の値に変る．しかし，1月21日頃から東流成分，北流成分ともに正の大きな値を示し，東流成分は1月24日，北流成分は1月27日頃にピークが現われて，それぞれ約 35cm/s, 50cm/s の値を示している．その後は一旦流速が減衰するものの概ね正の値で推移し，時々強い流れが生じている．

B点の100m深の流れは，全般的に正の値で推移している．変動パターンはA点における変動と似ているが，位相のズレが認められる．例えば，A点の北流成分で1月27日頃に強い流れがみられているが，B点ではそれに対応すると思われる強い流れが8日ほど早い1月19日頃に既に現われている．

一方，290m深においてはA・B両地点ともに半日周期の変動が卓越している．25時間移動平均では東流成分・北流成分ともに負の値を示すことが多く，その絶対値も小さい．黒潮の擾乱による変動も見られるが100m深程顕著ではない．

以上述べてきたA・B点間および100m深と290m深の流況の違いは次に示す累積ベクトル（Fig. 8）にも明瞭に現われている．B点の100m 深では，流程が長く，比較的にゆるやかな蛇行を描いて北東に延びている．それに対しA点の100m深では12月15日頃から1月1日にかけて西南西の流れを示し，1月1日から1月20日頃にかけても複雑な蛇行を描いている．しかし，1月20日を過ぎると比較的に安定した北東の流れとなっている．このように，A点とB点では流れの様子が非常に異なっている．すなわち，B点では流れが安定

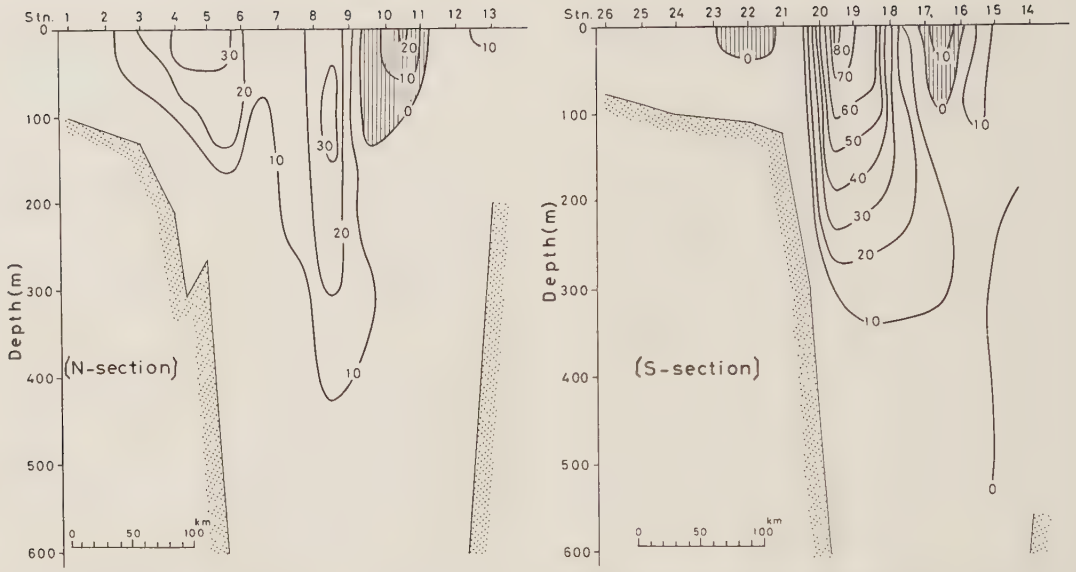


Fig. 5. 南北両断面（N,S-section）における水温・塩分から求めた地衡流の流速分布（cm/s）．陰影部は反流（南下流）域を示す（無流面：700db）
Vertical distribution of geostrophic current velocity (cm/s) caluculated from salinity and temperature in N and S-sections in the East China Sea. Hatched area shows southwestward counter current. The periods of used data in N and S section are December 7-15, 1982 and December 13-15, 1982 respectively. Motionless layer: 700db.)

しており，平均流速が速いのに対して，A点では不安定で平均流速は遅い．ちなみにA点で流れが安定していた1月20日から2月1日までの流程を比較すると，A点では190km，B点では400kmであった．これを流速に換算するとそれぞれ約 18cm/s と 39cm/s になる．

一方，290m深における流向はA・B点とも南南西で稲妻型の累積ベクトル線を描いている．流程は小さく71日間でA点では200km，B点では250kmで，平均流速はそれぞれ 3.3cm/s と 4.1cm/s であった．このように底層付近では黒潮反流が形成されている．しかし平均流速は極めて小さく，前項の力学計算で浅海域の底層では流れが無いとした仮定と矛盾する程の値ではない．

Fig. 9 は北流・東流成分の25時間移動平均をもとに求めた自己相関係数である．まず北流成分の自己相関係数を見ると，100m深ではA点で12日から13日，B点ではほぼ19日周期の明瞭なピークが見られる．また，290m深においては，A点で14日，B点では12日と24日周期のピークが見られる．一方，A点の100m深の東流成分には顕著なピークが認められない．しかし，B点100m深のそれには13日・20日位のところにピークが出現している．290m深ではA点で14日，B点で12日と24～25日周期にピークが現われている．B点の290m深で両成分に見られたほぼ24日周期のピークは，12日周期の2倍の周期であることから，12日周期変動が定常波としての性格が強かったために現われたピークと思われる．

Fig. 10-a はA・B 2点間で100m深の各流速成分毎について求めた相互相関係数．Fig. 10-b は290m深について求めた相互相関係数である．100m深での結果は東流成分・北流成分に共通した相関係数のピークが7日付近に現われている．また，290m深においては8日付近にピークが見られる．この7～8日という値は先にも述べた両点での強流発生時の時間のズレと一致している．したがって，黒潮の変動はB点からA点に7～8日かけて伝播することがわかる．Fig. 10-c, Fig. 10-d は各点毎に求めた100m深と290m深との相互相関係数である．100m深と290m深では290m深の

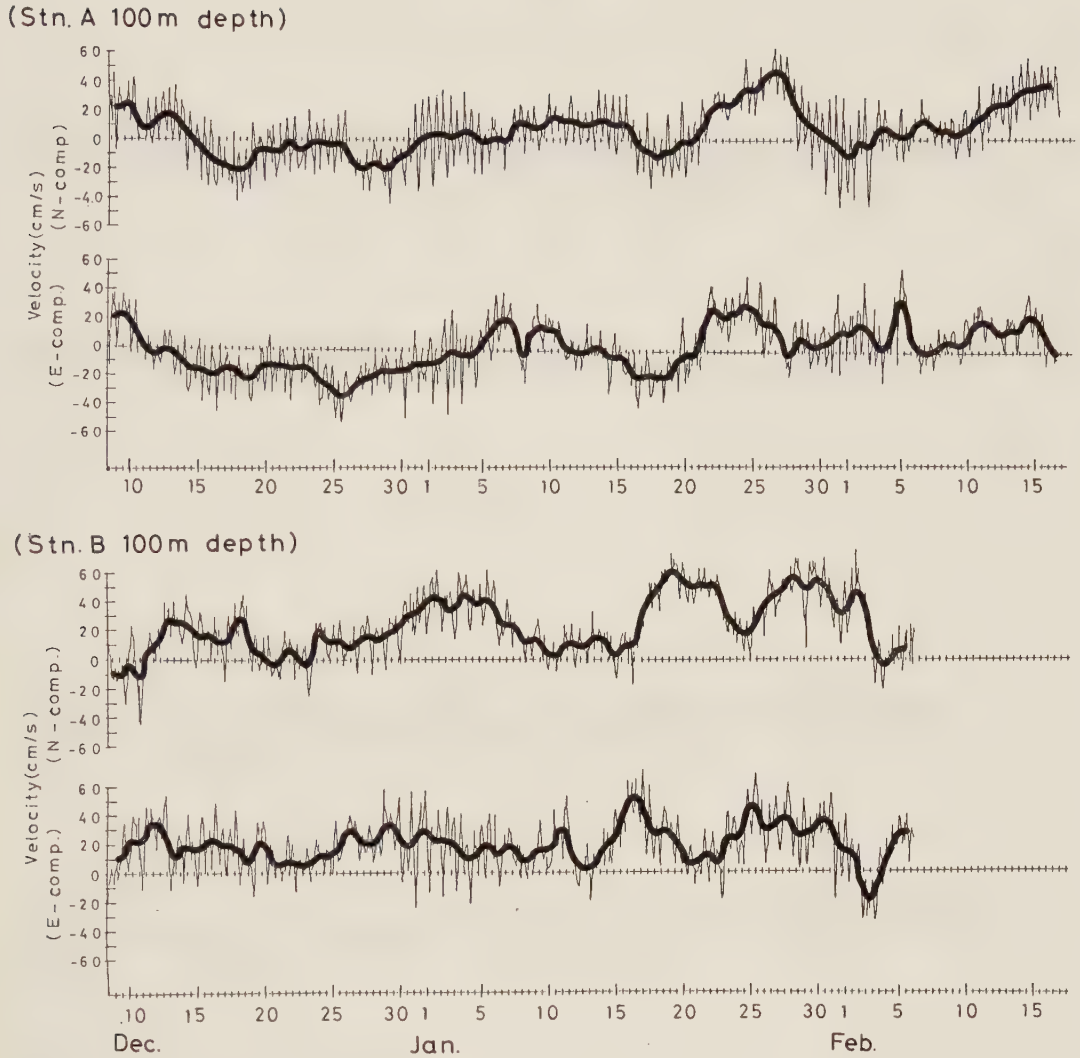


Fig. 6. A，B点の100m深における北流成分（N-comp.）と東流成分（E-comp.）の時系列（単位：cm/s）．用いた資料の期間はA点が1982年12月9日から1983年2月16日，B点では1982年12月9日から1983年2月5日である．細線は測得流，太線は25時間移動平均を示す．
Time series variation of current velocity presented with north compornent velocity (N comp.) and east compornent velocity (E comp.) in cm/s at 100m depth of Stns. A and B in the East China Sea. The periods of used data at Stns. A and B are December 9, 1982- February 16, 1983 and December 9, 1982- February 5, 1983 respectively. Light line: raw data. Heavy line: 25 hours running mean value.

方が変動が若干先んじて起る傾向が認められるものの　　いるといえる．
その差は極めて小さく，両者の変動は同位相で起って

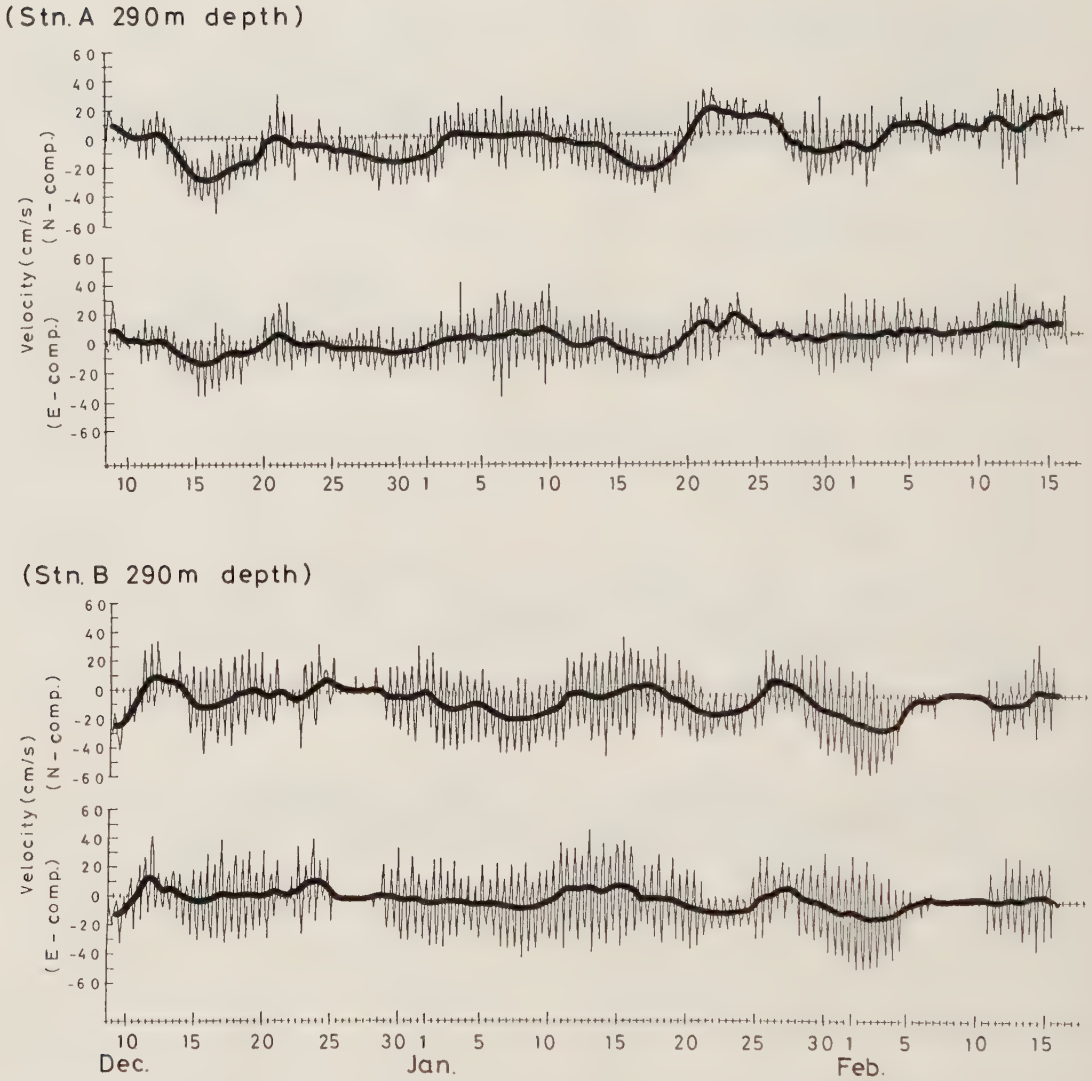


Fig 7. A, B点の290m深における北流成分 (N comp.) と東流成分 (E comp.) の時系列 (単位：cm s). 用いた資料の期間は両点ともに1982年12月9日から1983年2月16日. 細線は生流, 太線は25時間移動平均を示す
Time series variation of current velocity presented with north compornent velocity (N comp.) and east compornent (E comp.) in cm/s at 290m depth of Stns. A and B in the East China Sea. The periods of used data at Stns. A and B are Dcember 9, 1982 February 16, 1983. Light line: raw data. Heavy line: 25 hours running mean value.

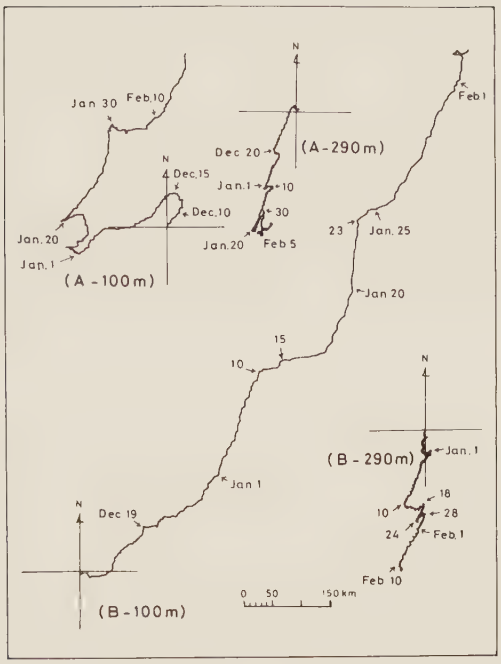


Fig. 8. A, B各点の100mと290m深における流れの累積ベクトル．資料の期間はA点の100m深と290m深ならびにB点の290m深については1982年12月9日から1983年2月16日，B点の100m深については1982年12月9日から1983年2月5日
Progressive vector diagrams at 100m and 290m depth of Stns. A and B in the East China Sea. The periods of drawing at Stns. A 100m, A 200m and B 290m are December 9, 1982 February 16, 1983, and that at Stn. B-100m is December 9, 1982 February 5, 1983.

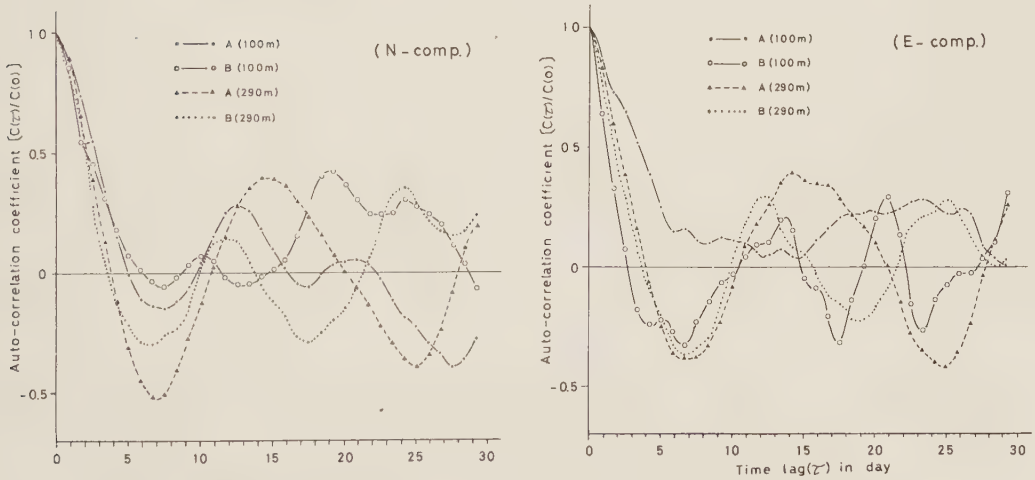


Fig. 9. A, B各点の100m深と290m深の流れ（北流成分，東流成分）の25時間移動平均値より求めた自己相関係数
Autocorrelation coefficient calculated from 25 hours running mean velocity of the north compornent and the east comprnent at Stns. A 100m, A 290m, B 100m and B 290m in the East China Sea.

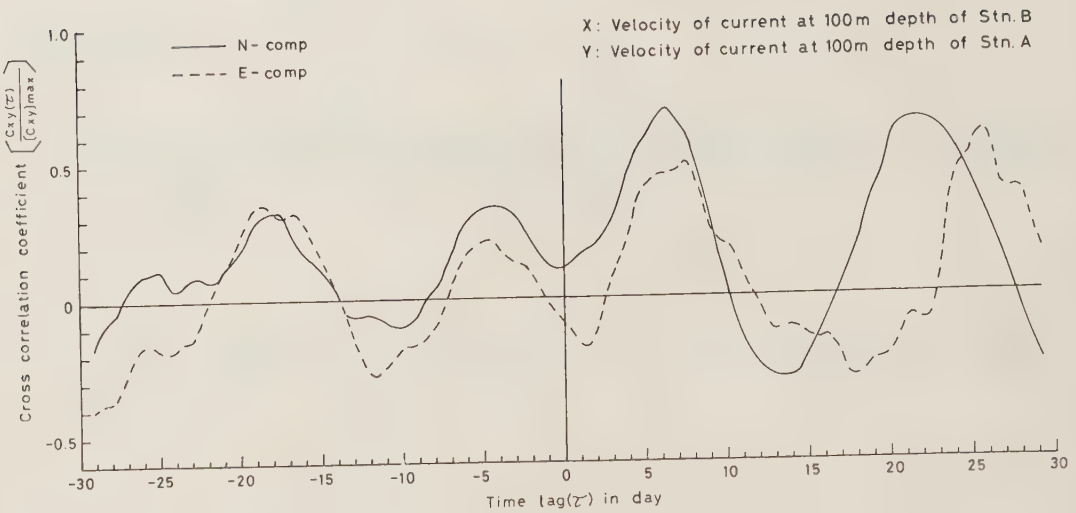


Fig. 10-a. 100m深におけるA点とB点の流れ（北流成分，東流成分）の25時間移動平均値より求めた相互相関係数
（資料の期間：1982年12月10日～1983年2月5日）
Cross correlation coefficient of current (25 hours running mean velocity) at 100m depth between Stn. A and Stn. B in the East China Sea, December 10, 1982- February 5, 1983. Broken and solid lines show east comprnent (E-comp.) and north compornent (N-comp.) respectively.

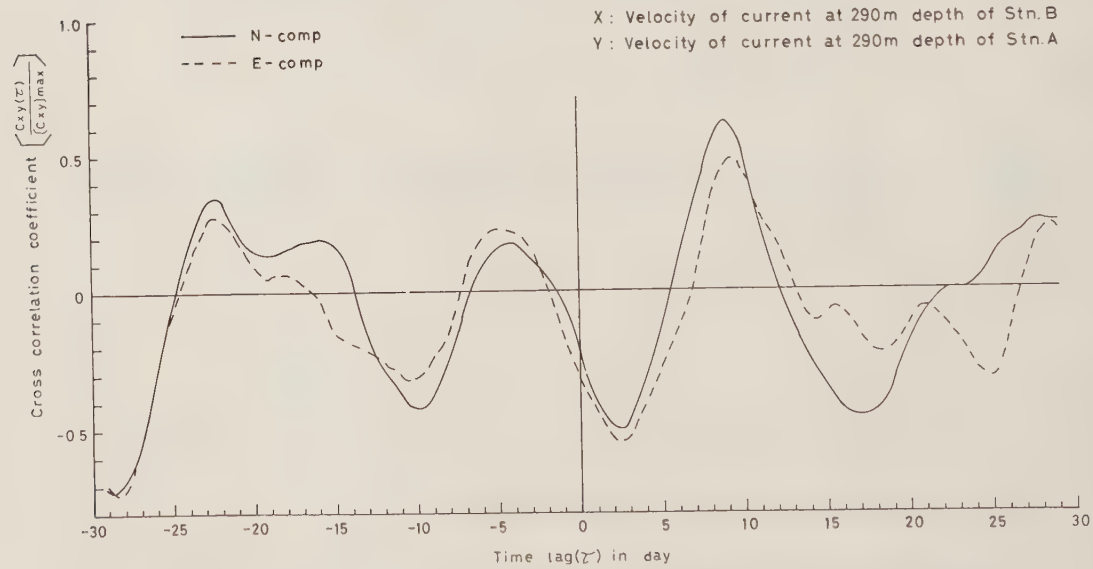


Fig. 10-b. 290m深におけるA点とB点の流れ（北流成分，東流成分）の25時間移動平均値から求めた相互相関係数
（資料の期間：1982年12月10日～1983年2月5日）
Cross correlation coefficient of current (25 hours running mean velocity) at 290m depth between Stn. A and Stn. B in the East China Sea, December 10, 1982- February 5, 1983. Broken and solid lines show east compornent (E-comp.) and north compornent (N-comp.) respectively.

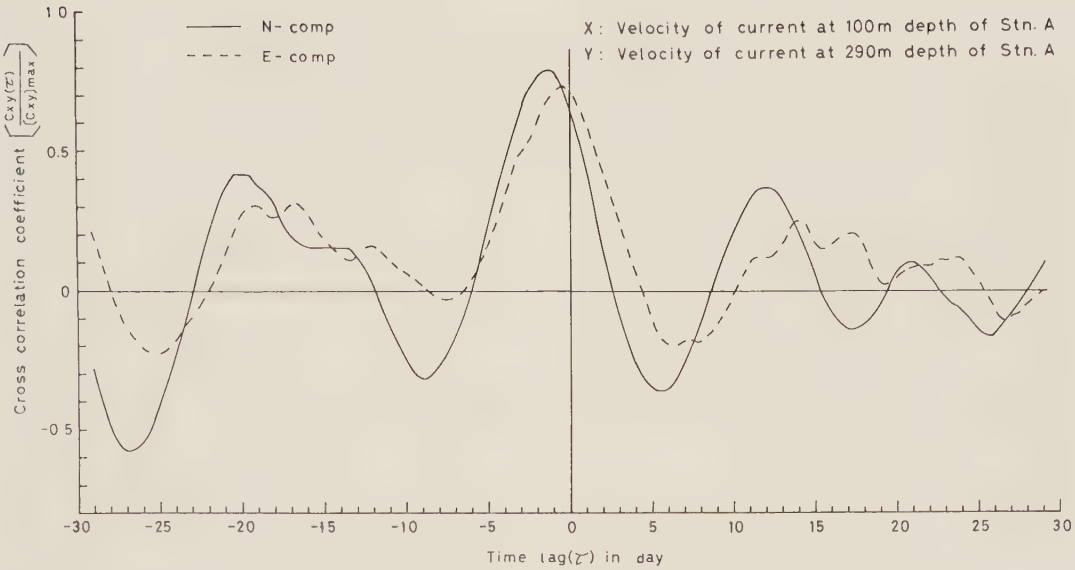


Fig. 10-c. A点における100m深と290m深の流れ（北流成分，東流成分）の25時間移動平均値から求めた相互相関係数（資料の期間：1982年12月10日～1983年2月5日）
Cross correlation coefficient of current (25 hours running mean velocity) at Stn. A between 100m depth and 290m depth in the East China Sea, December 10, 1982 - February 5, 1983. Broken and solid line show east compornent (E comp.) and north compornent (N comp.) respectively.

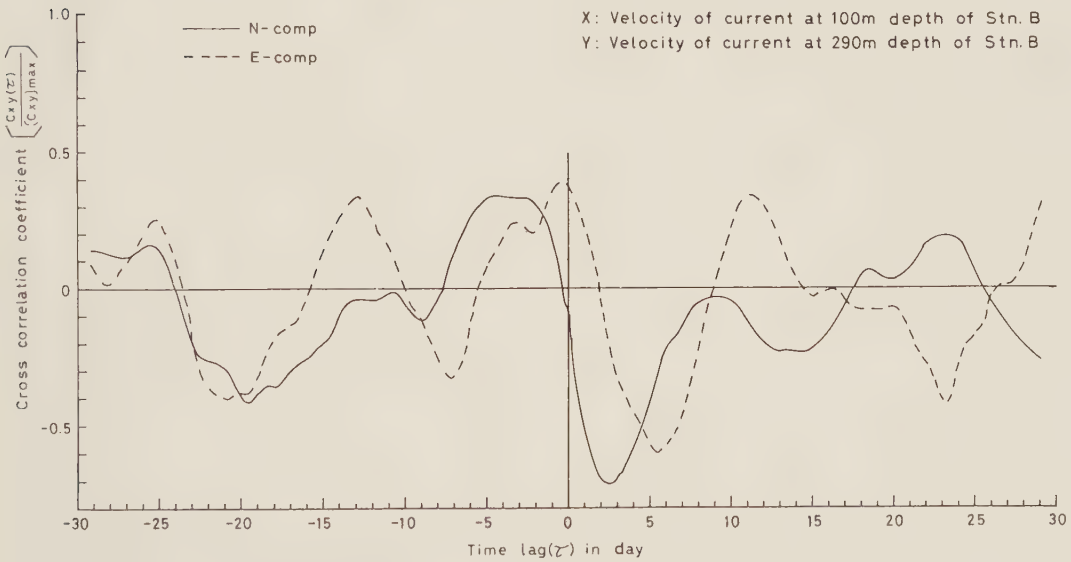


Fig. 10 d. B点における100m深と290m深の流れ（北流成分，東流成分）の25時間移動平均値から求めた相互相関係数（資料の期間：1982年12月10日～1983年2月5日）
Cross correlation coefficient of current (25 hours running mean velocity) at Stn. B between 100m depth and 290m depth in the East China Sea, December 10, 1982- February 5, 1983. Broken and solid lines show east compornent (E-comp.) and north compornent (N comp.) respectively.

考 察

水温の鉛直分布（Fig. 2, Fig. 3）ならびに地衡流の流速分布（Fig. 5）から，奄美大島北西海域での黒潮はその南部の徳之島北西海域よりも流れの幅が広く，速度が低くなっていることが推測される．このような状況は黒潮の流路と観測線が斜めに交わった場合にも見掛け上の結果として当然起りうる．既に述べたように，当海域は黒潮が大陸斜面を離れ，東に転向する海域でもあるので，観測線はその時の状況に応じて配置しないと，上に述べたような見掛け上の現象を把握する可能性がある．しかし，Fig. 2 のウォームコアは鉛直的にも広がっており，単に黒潮流路と観測線の交角の違いに起因したものでないことを示している．奄美大島北端の笠利崎北西海域では大陸斜面の勾配が緩やかになっており，黒潮が流幅を広げ易い．その上，北部では九州西岸を縁どるように大陸斜面がとりまき浅くなっている．そのために黒潮の北上が地形によって制御され，黒潮がこの付近で滞留し，淀みを形成しているものと思われる．

地衡流の流速分布は笠利崎北西海域で強流帯が二つに分れて分布することを示している．これとよく類似した流況は1968年の観測[7]でも見られている．また，1983年2月15～23日の水温分布（Fig. 4）も黒潮が分枝している状態を示している．以上のように，当海域では黒潮の分枝が絶えず生起しているといえる．

係留系による測流結果（Fig. 6, Fig. 8）もA点100m深の流れが複雑に変動することを示している．Fig.

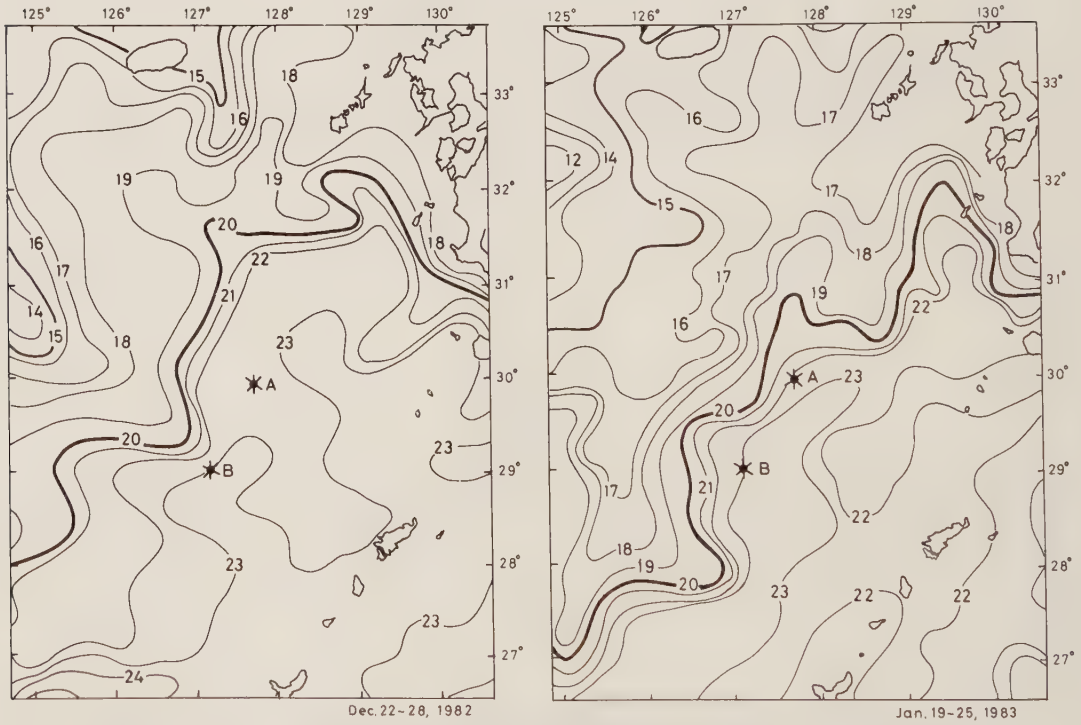


Fig 11. 表面水温の分布（°C）．左図はA点の100m深に顕著な南西流が出現した頃の水温分布（1982年12月22～28日）．右図は同点，同水深に顕著な北東流が出現した頃の水温分布（1983年1月19～25日）（漁業情報サービスセンター[8,9]より作図）

Distribution of sea surface temperature (°C) in the East China Sea. Left figure shows the distribution during the period in which the remarkable southwestward current appeared at 100m depth of Stn. A, December 22 28, 1982. Right figure shows the distribution during the period in which the remarkable northeastward current appeared at the same position, January 19 25, 1983 (After Japan Fisheries Information Service Center[8,9]).

11 はA点で南下流が顕著であった頃の1982年12月22～28日（左図）と北上流が安定して見られた頃の1983年1月19～25日（右図）の表面水温分布である．いずれにおいても前線が20℃等温線付近に形成され，複雑な蛇行を描いて北東に延びている．この前線位置と測流点との位置関係を見ると，1982年12月22～28日（左図）には前線がB点では近くに分布しているが，A点では大陸側にかなり離れて存在している．一方，1983年1月19～25日（右図）では，B点では前線が1982年12月下旬の時より若干離れているものの大きな違いは認められない．ところが，A点では前線と測流点がかなり接近している．すなわち，A点では，前線の移動が激しく，前線が大陸棚上に深く入り込んで位置する場合に南下流が出現し，近くにある場合には北上流が出現している．A点で南下流が出現する時の流況はFig. 5 に示した流速分布パターンが大陸棚側にシフトした状態にあると考えられる．ただし，Fig. 5 で奄美大島寄りに見られる黒潮反流がA点まで広がってくるには100km以上の距離がある．また，200m以深の水温・塩分の分布パターンは比較的安定しており，黒潮全量が大陸棚上を流れることは考えられない．したがって，1983年2月の水温分布（Fig. 4）で指摘したように，A点で見られた南下流は黒潮の強流帯が二つに分れその間隙にできた反流を捉えたものと考えられる．以上のように，係留系による流動観測の結果は黒潮の大陸棚上への広がりおよび分枝の形成といった変動を反映していると考えられ，その変動は笠利崎北西海域で大きいといえる．

自己相関解析の結果（Fig. 9）は黒潮変動に10～15日程度の周期変動が存在することを示している．一方，相互相関係数（Fig. 10-a，Fig. 10-b）は65マイル離れたA・B 2点間を7～8日かけて変動が北上伝播することを示しており，変動の伝播速度は約0.19m/sとなる．そこで，位相速度（ν）を0.19m/s，周期（T）を13日として次式で周期変動の空間スケールを見積ると，

$$\lambda = \nu \cdot T \quad (\lambda：波長)$$

波長（λ）は213kmとなる．この値は柴田[4]が人工衛星の熱赤外画像から求めた黒潮蛇行のスケール（300km）とほぼ一致している．したがって，10～15日の周期変動は黒潮の小蛇行によってもたらされたと考えられる．しかし，小蛇行の形成要因については明らかでない．先に述べた黒潮の大陸棚上への広がりや分枝の形成にこの小蛇行が何らかの形で関与していると思われるが，それらの因果関係についても明らかにする必要がある．また，竹下[2,3]や柴田[4]が指摘したような20日程度の周期変動がB点の100m深のみに見られ，何故他の測定結果に現われなかったかについても現在の段階ではわからない．さらに，永田ら[10]が指摘したような年による周期変動の特性の相違や季節による違いも考えられ，10～15日周期変動が定常的に存在するかどうかの検証も行う必要がある．これらの問題を解決するためには，人工衛星や係留系を用いて黒潮変動を長期間モニターしてゆく必要がある．

結　論

以上，1982年から1983年にかけての冬季に実施した係留系による測流結果を中心に東シナ海の奄美大島北西方の大陸斜面域における黒潮の動態について考察してきた．結論を要約すると以下のとおりである．

(1) 奄美大島笠利崎北西海域では黒潮が停滞して淀みを形成している．そこでは，流れが不安定で，黒潮の分枝が頻繁に生起している．

(2) 黒潮が大陸棚上に深く入り込んで流れる場合には大陸棚外縁付近に反流域が形成されることが知られた．

(3) 黒潮の流れには10～15日周期の変動が認められた．

(4) 290m深の平均流は100m深と異なり微弱な南南西の反流となっているが，流れは100m深と同位相で変動している．

(5) 変動は上流（南）から下流（北）に伝播し，その伝播速度は約0.19m/sである．

(6) 10～15日周期変動は空間スケールが200km程度の小蛇行によると推定された．

文 献

1）前田明夫・桜井仁人 1981：東シナ海の黒潮流路と流量の変動，琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究 Ⅲ．昭和55年度研究経過報告書，46―49．鹿児島大学水産学部．

2）竹下克一 1981：黒潮の離接岸変動．黒潮の開発利用の調査研究報告書（その４），234-249．科学技術庁研究調整局・海洋科学技術センター．

3）竹下克一 1983：漁場形成と黒潮の短期変動．水産海洋研究会報，(44)，113-117．

4）紫田 彰 1983：東シナ海大陸棚外縁に沿う黒潮の蛇行．海と空，**58** (4)，113-120．海洋気象学会．

5）宮地邦明・井上尚文 1983：尖閣諸島近海における黒潮の流動特性．西水研研報，(60)，57-70．

6）宮地邦明・井上尚文 1983：黒潮の流動と対馬暖流および黒潮分派の動態に関する研究―奄美大島北西海域における黒潮の変動．黒潮の開発利用の調査研究報告書（その６），214-220．科学技術庁研究調整局・海洋科学技術センター．

7）水産庁 1970：本州南部の黒潮流路，分岐の変動および沿岸海況とその魚群の分布移動への影響の研究．昭和43年度特別研究促進調整費，黒潮国際共同調査に関する総合研究報告書，33-117．科学技術庁研究調整局．

8）漁業情報サービスセンター 1983：東シナ海漁海況速報．(29)，p.1．

9）漁業情報サービスセンター 1983：東シナ海漁海況速報．(32)，p.1．

10）Y. Nagata and K. Takeshita 1985：Variation of the sea surface temperature distribution across the Kuroshio in the Tokara Strait. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **41**, 244-258.

西水研研報　第63号，昭和61年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 63. March, 1986

日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態—II
漁場群別の生物特性

飯塚　景記*,**・濱崎　清一*

Ecology of Common Mackerel in the Southwestern Sea of Japan and the East China Sea - II. Biological Characteristics in Each Fishing Ground

Keiki IIZUKA*,** and Seiichi HAMASAKI*

The purpose of this paper is to clarify the biological characteristics and the population structure of the said common mackerel. The sampling data obtained from the purse sein fishery of large-and-medium type which has operated in the East China Sea and the southwestern Japan Sea during 1958 to 1982 were analyzed in the present investigation

Based on the patterns of size composition, the formation of school in the winter season and the spawing ground, the authors built up a hypothesis that there were such four stocks as "off Tottori", "off west Kyushu", "central-southern East China Sea" and "Western East China Sea". Considering the seasonal change of size composition of O-age fish, it was supposed that there were three or four groups whose birth period and area were different, in both the stocks of "off Tottori" and "off west Kyushu". The relationships between age and growth on the said two stocks were made clear. It was concluded that there was scarecely any differentiation between the relationships in the 1967-72 period and that in the 1977 79 period. It was reasonable to distinguish hypothetically between two stocks of "off Tottori" and "off west Kyushu", because of the result from statistical analyzation on scale length forke length relationship, fork length-head length relationship and scale pattern. Some biological characteristics on the "off west Kyushu" stock such as seasonal change of fat index, spawning period and stomach contents were investigated here.

昭和61年1月20日受理（Recieved January 20, 1986）
西海区水産研究所業績第424号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 424）
* 西海区水産研究所下関支所 〒750 下関市東大和町2—5—20（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Shimonoseki Branch Laboratory, Higashi yamato-machi, Shimonoseki 750, Japan）
** 現在 東北区水産研究所 〒985 塩釜市新浜町三丁目27—5（Present address: Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shinhama cho, Shiogama, Miyagi 985, Japan）

まえがき

生物は個体または個体群ごとに固有の生理的，生態的特徴（生物特性）を保持しているが，この特性は環境の変化や個体群数量の変動によって一定の範囲内で変化する．個体群数量の多い多獲性魚類は生物特性の経年的変化が比較的顕著で，変動する資源の状態を的確に把握するためには生物特性の変化に留意しなければならない．マサバはそのような魚種の一つである．

日本海南西海域から東シナ海に至る海域で漁獲されるマサバの生物特性については，1953～1958年に実施された対馬暖流開発調査を始めとし，その後の各種調査の成果の中に多くの知見があるが，断片的なものが多く，経年変化の解析はほとんど行われていない．本報告はこの海域のマサバの資源評価の手がかりを得るために，生物特性とその年代的変化を明らかにし，それをとおして系統群構造を解明することを意図したものである．具体的には当海域内の幾つかの主要漁場ごとに，長年にわたり採集された多数の標本から得られた尾叉長組成，年齢，生長，魚体各部の相対生長そして成熟等の生物特性の指標を，漁場別，年代別に比較検討したものである．

本文に入る前に，マサバの精密測定と採鱗にご協力をいただいた鳥取県水産試験場境港分場と西海区水産研究所資源部の職員各位，研究遂行上の便宜を図っていただいた矢野實西海区水産研究所前下関支所長（現浅海開発部長）に厚くお礼申し上げる．また，本報告のとりまとめに当って貴重なご意見をいただいた林小八西海区水産研究所下関支所第1研究室長，終始ご教示をいただけた真子渉前西海区水産研究所資源部長，森田祥西海区水産研究所資源部長，安井達夫東北区水産研究所企画連絡室長および原稿を校閲していただいた花渕信夫西海区水産研究所下関支所長に心から感謝の意を表する．

資料と方法

尾叉長組成の検討に用いた資料は第1報[1]で用いたものと同じで，1958年から1982年までの25年間にわたり沿岸重要資源委託調査，200カイリ水域内漁業資源調査およびその他の調査において，日本海南西海域から東シナ海に面する各県水産試験場と西海区水産研究所が各地の主要港に陸揚げされた漁獲物について継続的に測定，収集したものである．また，大中型まき網漁業による漁獲物全体の組成をみるために，漁獲成績報告書（水産庁統計）による銘柄別漁獲量から換算した尾叉長組成を用いた．生長，年齢，尾叉長と体重の関係，尾叉長と頭長との関係，性成熟，抱卵数および餌生物（胃内容物）の検討に用いた資料は，主として

表1．マサバ項目別測定個体数

漁場＼項目	尾叉長組成	年齢査定	尾叉長—体重関係	尾叉長—頭長関係	生殖腺	胃内容物
鳥取沖	38,476	1,605	2,924	2,261	3,496	
九州西部 対馬沖	46,560	474	2,181	2,074	3,018	403
九州西部 五島西沖～東シナ海北部	49,908	2,815	2,144	1,617	3,312	1,248
九州西部 五島灘～天草灘	19,975		1,086	1,066	547	
薩南近海	4,166					
東シナ海 東シナ海中・南部	20,383	212	287	176	758	180
東シナ海 東シナ海西部	13,461	109	860	271		
合計	192,929	5,215	9,482	7,465	11,131	1,831

西海区水産研究所（下関支所，資源部）が下関，福岡および長崎魚市場の陸揚物を，鳥取県水産試験場境港分場が境港魚市場の陸揚物を対象に行った精密調査結果から得られたものである．各項目別の標本個体数は表1に示した．

尾叉長組成は，各漁場ごとに組成が大きく変る年を境に年代区分し，それぞれの年代的変化の様相を比較した．また，0歳魚の尾叉長に現われるモードの位置とその季節変化を追跡し，同一年内において発生時期を異にする幾つかの群の存在の検証とそれらの量的比較を行った．年齢査定は鱗の輪紋を検討する方法（鱗法）によったほか，未成魚については尾叉長組成の範囲とモードの位置の季節変化を追跡して生長を推定する方法（追跡法）も用いた．体長と体重の関係については各漁場別にアロメトリーの式を求め漁場間の相違を検討すると共に，体重の季節的変動を考慮して，肥満度の漁場間の比較を行った．なお，体重は原則として胃内容物を除去した体重を用いた．系統群判別の重要な指標とされている尾叉長と頭長の関係[2,3]については漁場別に検討した．この際，頭長の測定基準は大内・濱崎[3]にならった．成熟については尾叉長と生殖腺重量の関係を調べ，成熟，年齢および生殖腺発達の季節的進行過程の漁場間の比較を行い，さらに抱卵数についても比較を行った．胃内容物については，マサバの年齢による被食種の相違，季節変化ならびに漁場間の比較を行った．最後に，これら各生物特性については漁場間の相違を総合的に検討し，系統群についての考察を試みた．

結　果　と　考　察

1　尾叉長組成の検討と漁場群の設定

1)　尾叉長組成の推定方法と結果

漁場別の漁獲物尾叉長組成は，境港，下関，福岡，唐津，長崎等のマサバの主要陸揚港で，以下に示す(1)～(4)の手順にしたがって作られた漁港別，日別，漁場別尾叉長組成を(5)に示す方法で作成した．

(1)　標本測定は盛漁期には各旬に1回行い，測定日にはマサバを陸揚した全漁船を対象に，各船ごとの銘柄（中大・小中・ナンキン・ギリ・ローソク等）別の陸揚量を調べる．魚市場には1箱平均15kg入りの魚箱で陸揚げされている．

(2)　各船別，名銘柄別標本を抽出し，標本ごとの尾叉長組成を調べる．

(3)　各船別に全陸揚量に対する各銘柄別陸揚量の比を計算し，この比と(2)の銘柄別標本の尾叉長組成により，各船の銘柄別陸揚物の尾叉長組成を求め，これらの銘柄別組成を合わせて船別陸揚物の尾叉長組成を作成する．

(4)　各船の操業漁場を聞き取り，第1報[1]の漁場区分にしたがって船別陸揚物の尾叉長組成を仕分けし，同一漁場のものは加え合わせて，漁場別の尾叉長組成を作成する．

(5)　各漁港で作成された測定日別，漁場別尾叉長組成を，各漁場別に旬間，月間，年間の各期間ごとに合計し，それぞれの期間の漁場別尾叉長組成とする．

得られた漁場別，年別尾叉長組成は分布範囲とモードの値を付表1に，年別，季節別のモードの値を付表2に示した．なお，この海域内のマサバ漁獲量の大部分（75～95%）は大中型まき網漁業によるものであり[1]，したがって上記の測定標本も大部分がこの漁業による陸揚物から得られたものである．

2)　尾叉長組成の年代的変化と未成魚出現季節の漁場別特徴

漁場別に年ごとの尾叉長組成を比較すると，ほとんどの漁場にある年を境に年代的に組成が変ることがわかったので，似た組成の続いている年代の各年の組成をまとめて，それぞれの年代の尾叉長組成として示した（図1－1，1－2）．年代的変化の最大の特徴は未成魚と成魚の構成比の変化であるので，尾叉長29cm以上のものを成魚[4]とし，図中に黒塗りで示した．また，未成魚と成魚とでは，それぞれ主な出現時期が異なるので，未成魚の構成比の季節的変化も図1の尾叉長組成の右側に示した．各漁場の尾叉長組成と年代的変化の特徴は以下のとおりである．

(1)　鳥取沖漁場；1973年以前（ただし1965年以前は不明）の未成魚（尾叉長モード25cm）主体から，1974年以降成魚（尾叉長モード31cm）主体に変った．ただ

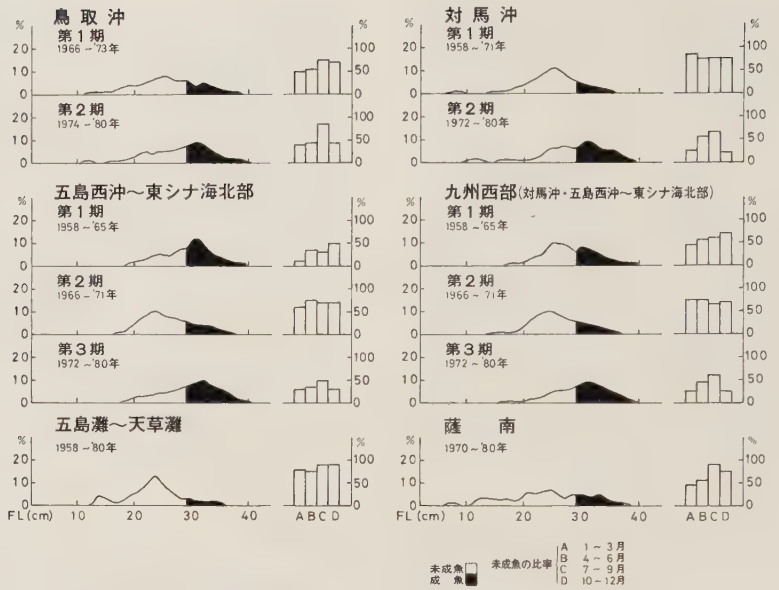


図 1—1. 漁場別・年代別のマサバ尾叉長組成と未成魚の季節別出現—Ⅰ（鳥取沖，九州西部，薩南）

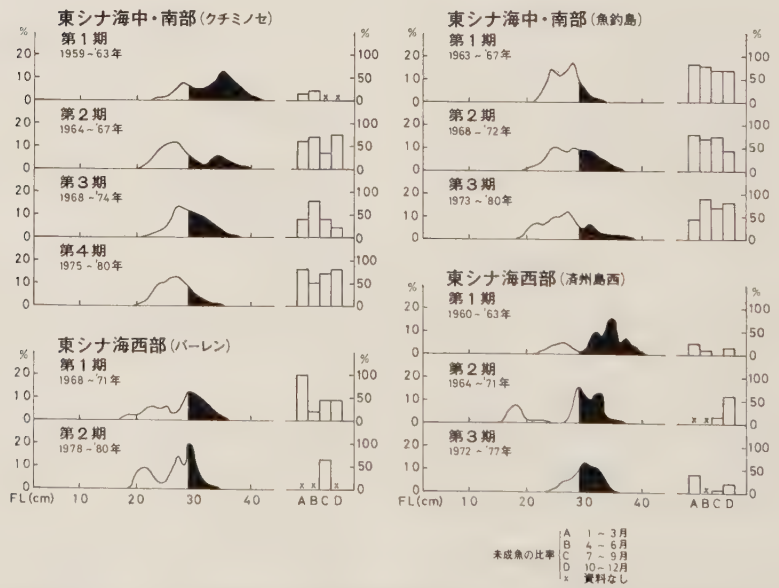


図 1—2. 漁場別・年代別のマサバ尾叉長組成と未成魚の季節別出現—Ⅱ（東シナ海）．記号の説明は図1—1と同じ

し，両年代を通じて7～9月には，未成魚が多い．

(2) 対馬沖漁場；1971年以前の未成魚（尾叉長モード25cm）主体から，1972年以降成魚（尾叉長モード31cm）主体に変った．鳥取沖漁場と同様に成魚主体となった後期でも7～9月には未成魚が多い．

(3) 五島西～東シナ海北部漁場；1965年以前は成魚（尾叉長モード31cm）主体であったが，1966～1971年代には未成魚（尾叉長モード24cm）主体に変り，1972年以降再び成魚（尾叉長モード32cm）主体にもどった．各年代を通じて7～9月には未成魚が多い．

(4) 五島灘～天草灘漁場；全期間を通じて未成魚（尾叉長モード24cm）が主体で，成魚は他の漁場に比べて少ないが4～6月に出現する．

(5) 薩南漁場；1970年以降しかデータがないが，1980年までの11年間では未成魚（尾叉長モード20～28cm）が主体である．1～6月に成魚が多い．

(6) クチミノセ漁場；1963年以前の成魚（尾叉長モード35cm）主体から1964～1967年代の未成魚（尾叉長モード27cm）主体に変ったが，両年代とも双峯型の組成であって，成魚あるいは未成魚の構成比が一方的に著しく高いということはなかった．1968～1974年代には未成魚（尾叉長モード27cm）主体の単峯型になり，1975年以降は成魚がさらに減少した．未成魚の出現に季節的傾向がみられない．

(7) 魚釣島漁場；1962年以前のデータはないが，1963～1980年の全期を通して未成魚（尾叉長モード25・28cm）が主体である．1968～1972年には成魚がやや増加した．この群にも未成魚の出現に季節的傾向がみられない．

(8) 済州島西沖漁場；全期を通じて成魚が主体であるが，1960～1963年代の尾叉長モード35cmと26cmから，1964～1971年代の32・33cm，29cm，18cm，1972～1977年代の30cmへと，次第に小型化している．未成魚の出現は10～3月にやや多い．

(9) バーレン漁場；データが1968～1971年と1978～1980年の2期間しかない．両期間とも尾叉長モードは29cmであるが，前期が成魚，未成魚ほぼ同率であったのに対し，後期は小型魚の比率が多くなり未成魚主体体に変化した．また，前期の1～3月はすべて未成魚であった．

漁場間を比較すると鳥取沖漁場，対馬沖漁場および五島西～東シナ海北部漁場では，未成魚の主たる尾叉長モードが24・25cm，成魚の主たるモードが31・32cmであること，未成魚の主たる出現期が7～9月であること，1972～1974年以前の未成魚主体の組成から以降の成魚主体の組成に変ったという共通点があり，同一集団に属するか，あるいは相互に密接な交流があるものと想定される．五島灘～天草灘漁場では全年代を通じて未成魚主体であるが，組成の型は五島西～東シナ海北部漁場の1966～1971年代および対馬沖漁場の1971年以前と似ている．薩南漁場では1969年以前のデータを欠くが，未成魚主体で組成の季節変化が五島灘～天草灘漁場とほとんど一致している（第1報の付図1－2）．

東シナ海中・南部のクチミノセ漁場と魚釣島漁場では，未成魚の主たるモードが24・25cm，27・28cm．成魚の主たるモードが31・32cmにあること，組成の変化がほぼ同様に1968年と1973～1975年に起っている点で共通性がある．また，組成の季節変化にも共通点があり（第1報の付図1－3），両漁場回遊群は密接な関係にあるとみられる．済州島西沖漁場は全期をとおして成魚主体である点が他の漁場と違っている．バーレン漁場は1972年以前は済州島西漁場と組成が似ているが，1978年以降の組成は異なっている．ただし，調査期間が限られているので，詳しい比較はできない．

3) 漁場区分および漁場群

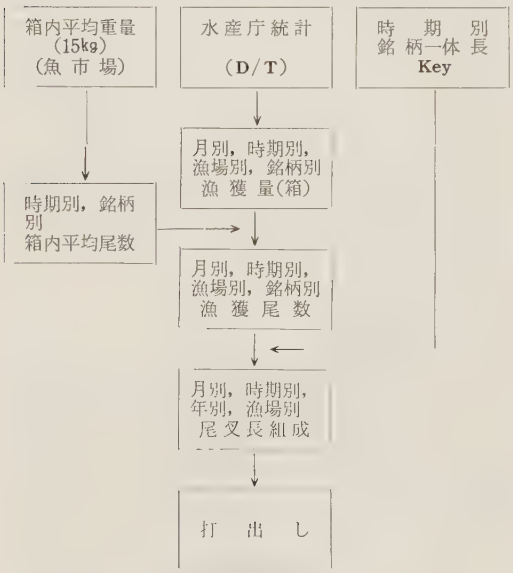
日本海南西海域から東シナ海に分布するマサバは，海洋構造との対応や生活領域の相違から対馬暖流（日本海）系統群と東シナ海系統群に大別されるが，対馬暖流系統群は越冬期における回遊群の集合，離散の状況，独自の産卵場の存在および生物特性の相違から鳥取沖群と九州西部群の2群に分けられると想定されている[1,3,5]．しかし九州西部群はいくつかの局部的な魚群から構成されているし，また，東シナ海系統群は地理的に分離され，歴史的にも開発の時期が異なった東シナ海中，南部漁場と東シナ海西部漁場に分けられ，その中にはそれぞれ複数の局部的な魚群が存在する．

ここでは前述の各漁場の尾叉長組成の共通性と年代的な変化および従来の知見[1,3,5]からみて，表2に示したようにそれぞれの漁場で漁獲対象となった魚群を小漁場群あるいは漁場群と呼称することにする．以下で述べる尾叉長組成の比較，発生時期の異なる群および年齢，生長，成熟等の生物特性については，主とし

表2. 漁場区分と小漁場群および漁場群，系統群との関連

漁場および小漁場群（小区分）	漁場群（大区分）		系統群
鳥取沖漁場（群）	鳥取沖群		対馬暖流系
対馬沖漁場（群） 五島西沖～東シナ海北部漁場（群） 五島灘～天草灘漁場（群）	九州西部群		
薩南漁場（群）			
クチミノセ漁場（群）（東シナ海中部群） 魚釣島漁場（群）（東シナ海南部群）	東シナ海中・南部群	東シナ海群	東シナ海系
済州島西沖漁場（群） バーレン漁場（群）	東シナ海西部群		

表3. マサバ尾叉長組成の計算手順



て表２の漁場群の比較検討を行った．

4) 九州西部群の尾叉長組成

マサバの尾叉長組成は主要漁業種である大中型まき網漁業の漁獲成績報告書による銘柄別漁獲量（水産庁統計）から，表３に示した手順によって全漁獲尾数について推定できる．しかし，水産庁統計が集計されるのは少なくとも翌年の３月以降になるので，その年の漁況予測等の会議資料にはとうてい間に合わない．そこで日本海南西海域から東シナ海におけるマサバ漁獲量の60%を占める九州西部群について，前述の陸揚物からの抽出標本による尾叉長組成が水産庁統計からの尾叉長組成（図２）とどの程度くい違いがあるか比較検討を行った．

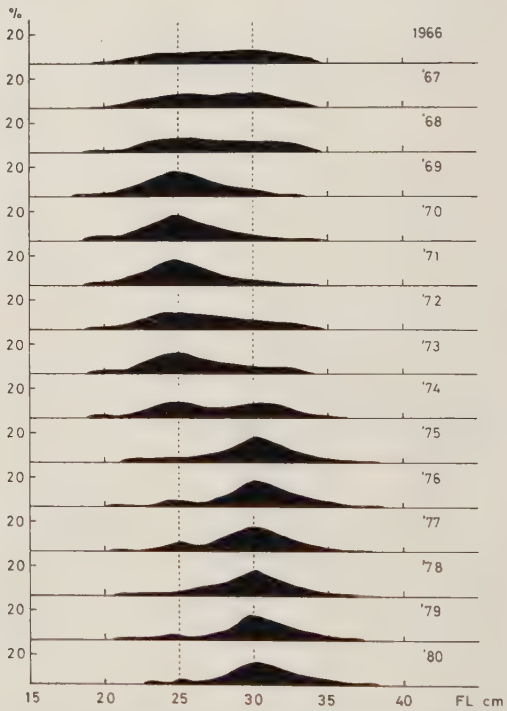


図 2. 大中型まき網によるマサバ全漁獲尾数の尾叉長組成（九州西部群）

表4．陸揚物標本調査により得られた尾叉長組成と大中型まき網漁業の銘柄別漁獲量（水産庁統計）から推定した尾叉長組成の比較（九州西部群）

単位：cm

年	陸揚物標本調査による尾叉長組成（付表1より）		まき網漁業銘柄別漁獲量による尾叉長組成	
	分布範囲	モードの位置	分布範囲	モードの位置
1966	18 ～ 39	21, 25 (27)	19 ～ 37	30 (24)
1967	3 ～ 40	24, 25 (29, 33)	18 ～ 35	30 (28, 25)
1968	5 ～ 38	23 (27. 33)	18 ～ 35	24 (31)
1969	4 ～ 39	24 (28, 32)	17 ～ 34	24
1970	11 ～ 41	25, 28 (19, 32)	18 ～ 36	24
1971	13 ～ 39	23, 25 (32)	18 ～ 35	24
1972	13 ～ 40	27, 30 (25, 31, 35)	18 ～ 35	24 (31)
1973	4 ～ 39	27, 34 (22, 32)	18 ～ 35	24 (28, 31)
1974	19 ～ 41	32, 33 (25)	18 ～ 37	24 (31)
1975	20 ～ 41	35, 36, 30, 31 (26, 27)	21 ～ 39	30
1976	16 ～ 41	26, 31, 35 (30, 36)	20 ～ 39	30 (24)
1977	22 ～ 41	30 (35)	20 ～ 38	30 (25)
1978	17 ～ 40	30 (32)	20 ～ 38	30
1979	3 ～ 40	25, 29, 31 (25)	20 ～ 39	30 (24)
1980	10 ～ 41	28, 32 (27, 33)	22 ～ 39	30 (25)

注：陸揚物標本調査によるものの分布範囲は対馬沖群と五島西沖～東シナ海北部群の両者の分布範囲を合わせて示した．モードの位置は両群のものを併記した．（ ）はサブモード

表4に示すように，水産庁統計による尾叉長組成では，漁獲尾数の少ない分布の両末端，とくに小型魚の部分が省略されているが，主要なモードの位置は抽出標本による尾叉長組成と良く一致している．また，未成魚（尾叉長29cm未満のもの）あるいは成魚（尾叉長29cm以上のもの）のいずれかが卓越する期間，すなわち1969～1971年や1975～1980年には両者の組成は良く一致している．

5） 同一年級内における発生時期の異なる群の検討

対馬沖群と五島灘～天草灘群の年代別尾叉長組成（図1－1）には，10～15cmのところに小さい峯がみられる．これを季節別にみると，4～6月あるいは7～9月の15cm以下の組成に2つまたは3つの異なったモードが現われる（第1報の付図1－1，1－2）．また既に，大内[6]は九州西沖と対馬東沖のマサバについて，同一発生年級内に3つまたは4つの大きさの異なる群が出現することを述べている．このような現象は，飯塚[7]がマサバ太平洋系統群について述べたと同様に，九州西部群にも発生時期あるいは発生場所の異なるいくつかの群の存在を示唆する．ここでは1967～1979年の資料から各年級群の発生状況を検討した．

図3－1，2は尾叉長組成のモードの位置の季節的変化を追跡できる九州西部群の1967年と1979年の例を示したものである．これらの図から0歳魚（生物暦で尾叉長23cm未満）には，3つあるいは4つの生長傾向の異なる群が出現する．このような群の出現は標本数が少なく明らかにできない1974，1975，1976の3カ年を除き毎年認められる．しかし，1歳魚になるとモードが様ざまな位置に現われるため，1979年を除き季節的変化を追跡できない．鳥取沖群は標本数が少ないため毎年の状況を追跡できないが，各年分を加え合わせ

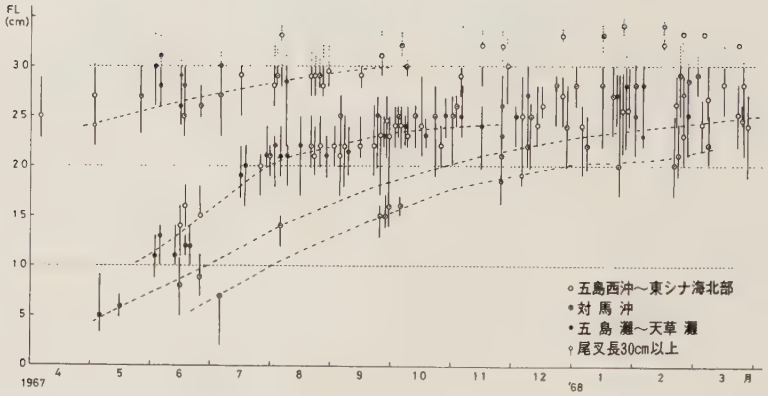


図 3—1. 九州西部群の尾叉長組成のモードと範囲の季節変化—Ⅰ（1967年）

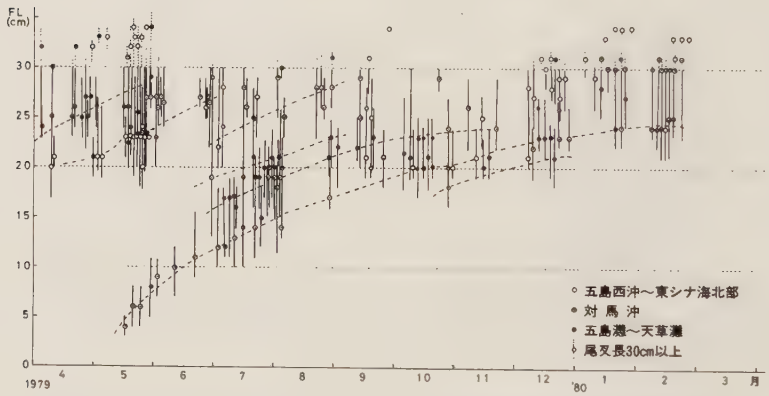


図 3—2. 九州西部群の尾叉長組成のモードと範囲の季節変化—Ⅱ（1979年）

ると，0歳魚については発生時期が異なると思われる3群または4群を判別できる（図4）．東シナ海中・南部および西部群については，周年にわたる標本が得られないため検討できなかった．

0歳魚については，毎年3～4の発生時期が異なると思われる群が存在することが明らかであるが，これらの群の性状をより明確にとらえるため，標本数が多い九州西部群について，同時期にほぼ同様な尾叉長の分布範囲とモードの位置を示す標本を加え合わせた．そのうちの1979年漁期の例を図5に示したが，図中尾叉長の大きい順にⅠ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの4群に区別できる．同様にして得られた毎年の尾叉長組成のモードの季節的変化は図6に示した．各発生群中数量がもっとも多いと判断された群を発生主群（主群）とし，図中に太線で示した．主群であるか否かの判定は，その群の標本の出現頻度が多いこと，その標本を抽出した際の漁獲量が多いこと，および年間を通じてもっとも漁獲が多い冬季における各群の出現状況を目安にした．判別できた10年分のうち，第Ⅱ発生群が主群となった年が7回でもっとも多く，第Ⅲ発生群が主群であった年が2回，第Ⅰ発生群が主群であった年が1回であった．後期発生群である第Ⅲ，第Ⅳ発生群は1968年と1970年の第Ⅲ発生群および1978年の第Ⅳ発生群が冬季の出現状況からみてそうであったように，多くの場合主群に次いで発生数量が多い群であり，太平洋系統群[7]と同様に，マサバ資源を支える重要な発生群として注目する必要がある．

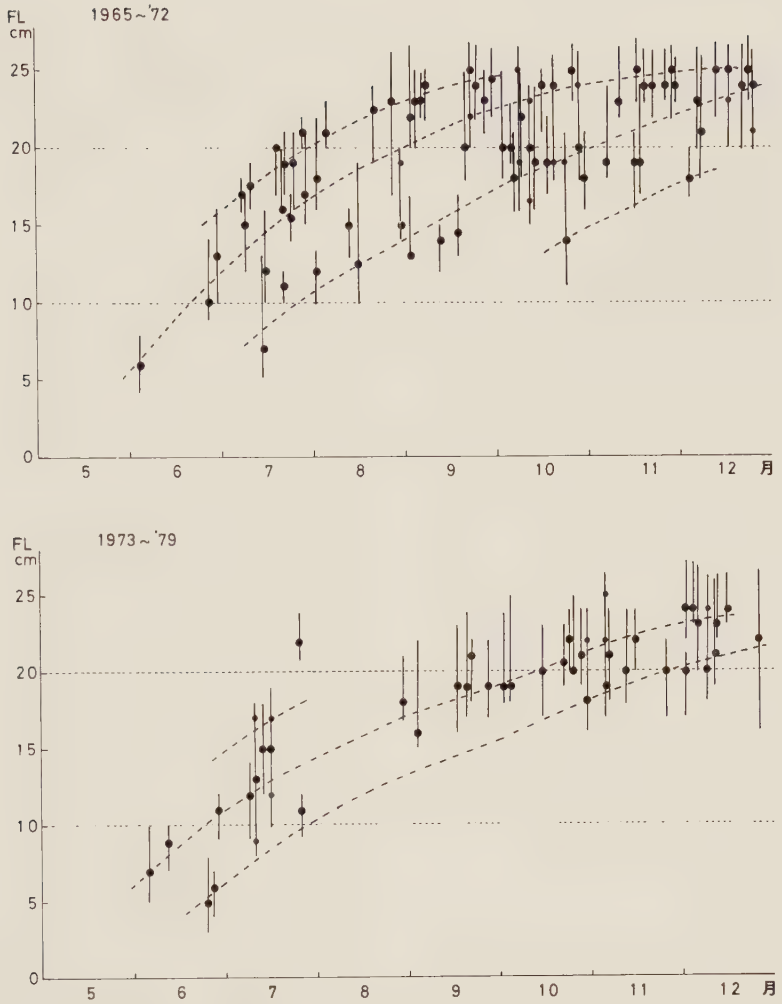


図　4. 尾叉長組成のモードと範囲の季節変化（鳥取沖群）

2　年齢と生長

マサバの年齢形質として鱗が耳石等の他の硬組織より優れることは，既に対馬暖流系統群や太平洋系統群について報告されている[8,9,10]ので，本報告では各種硬組織の比較検討を省略し，鱗によって年齢と生長を推定した．なお，0歳魚については，連続的に採集された標本から得られた尾叉長組成のモードの季節変化を追跡して生長を推定した．

1)　鱗による年齢査定

マサバの鱗は漁獲される際の脱落（特にまき網による漁獲魚では著しい）のため正常鱗の採取が困難であるが，できるだけ多くの鱗の収集に努め，輪紋の読み取りと鱗長，輪径の測定を行った．読み取った輪紋のうち不明瞭な輪が20%以上もあったが，太平洋系統群の場合[10]と同じく正常な輪との区別は容易であり，不明瞭な輪は偽輪とみなした．鱗長および輪径の測定は輪紋が明瞭に認められる鱗被覆部で行った．

(1)　鱗長と尾叉長の関係

まず，五島西沖～東シナ海北部群と対馬沖群につい

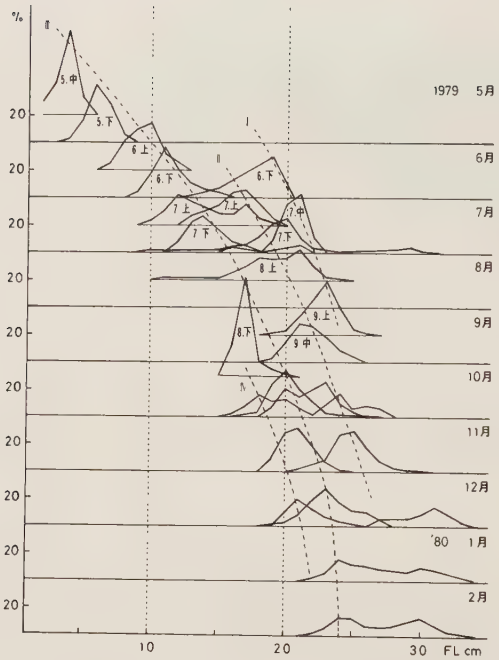


図 5. 尾叉長組成のモードの季節推移（九州西部群）

て鱗長と尾叉長の関係をみると，ともに直線回帰関係が認められ，それぞれ次の回帰式が得られた（図7）．

五島西沖～東シナ海北部群

$$R = 0.0802FL - 0.460 \cdots\cdots (1)$$

対馬沖群

$$R = 0.0786FL - 0.440 \cdots\cdots (2)$$

ただし，R：鱗長mm，FL：尾叉長cm

なお，雌雄間には有意な差はみられないので雌雄を分けなかった．分散分析の結果，両漁場とも鱗長と尾叉長との間に1%以下の危険率で有意な一次回帰関係が認められ，回帰係数と回帰定数の95%信頼限界を求めたところ両者に相違がみられなかったので，両群を統合して九州西部群とし次の回帰式を得た．表5は九州西部群の回帰関係の分散分析表である．

九州西部群

$$R = 0.0800L - 0.463 \cdots\cdots (3)$$

また，鳥取沖群と東シナ海中・南部群については計算の結果，それぞれ次の式を得た．

鳥取沖群

$$R = 0.0633L - 0.122 \cdots\cdots (4)$$

東シナ海中・南部群

$$R = 0.0654L - 0.091 \cdots\cdots (5)$$

共分散分析の結果，(1)式と(2)式では回帰係数には差がないが，修正平均値に差が認められた．また，(3)式，(4)式，(5)式は，おのおの有意な差が認められた（表6）

(2) 輪紋形成期の推定

鱗の縁域指数〔$(R-\gamma)\cdot 100/R$，但し，R：鱗長，γ：最外輪の輪径〕を個体ごとに計算し，その平均値の季節変化から輪紋形成時期が推定できる．

九州西部群のⅠ輪魚とⅡ輪魚についてみると，縁域指数は春～夏に小さく秋～冬に大きい．極小期は4～7月で，これは輪紋形成の盛期にあたる（図8）．この結果は大内[6]が九州西・対馬東沖の群について，1～3月が輪紋形成期であるとしているのとは一致しない．

(3) 平均輪径と計算尾叉長

輪紋形成時（4月）の尾叉長を推定するには一般に次の2つの方法が使われている．1つは一般にSFL式といわれ，鱗長と尾叉長の関係と鱗長と輪径の比を組み合わせて，各輪の平均輪径に対応した尾叉長を計算する方法であり，もう1つは鱗長と尾叉長の回帰関係が直線的でない等あまり明確でない場合，稚魚時の鱗形成開始時の尾叉長を調べた上で，次式により各輪平均輪径に対する尾叉長を計算するLEA の方法である．

$$L_{ni} = \frac{\gamma_{ni}}{R}(L-a)+a$$

表5. 鱗長と尾叉長との回帰関係の検定（分散分析）

分散要因	平方和（S）	自由度	平均平方（V）	分散比(F_0)	F(0.01)
回帰	18,807.42	1	18,807.42	415.81	6.63
残差	26,822.86	593	45.23		
全体	45,630.28	594	415.80		

r=0.64　（r：相関係数）

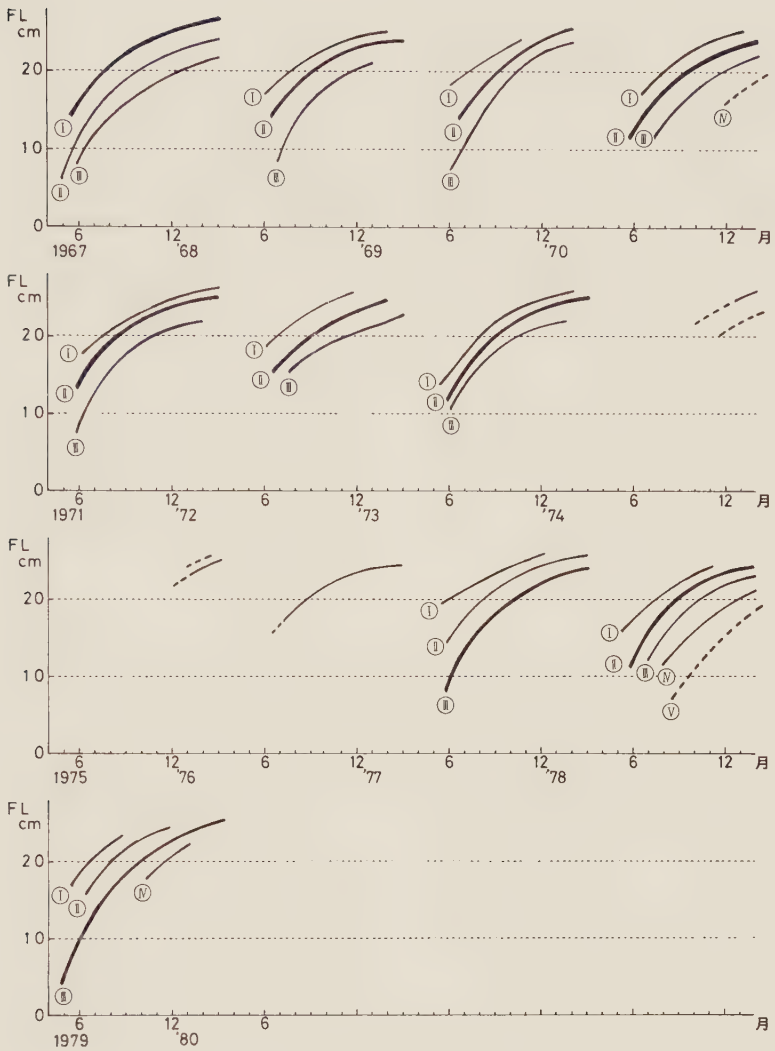


図 6.　0 歳魚の年級別各発生群の尾叉長組成のモードの季節推移（九州西部群）

ただし，L_{ni}　：第 ni 輪形成時の計算尾叉長

γ_{ni}　：第 ni 輪の平均輪径

$\bar{R}$　：第 ni 輪群の平均鱗長

L　：第 ni 輪群の平均尾叉長

a　：鱗形成開始時尾叉長

なお，標本がランダムに採集されていれば，同一輪数を持つ群の各時期別の尾叉長組成は正規分布になるはずであり，組成のモードは平均尾叉長に等しいので，この値を時系列に並べると生長曲線が得られる．

(4)　生長曲線の推定

九州西部群について，S-FL 式，Lea の式（但し，大内[6]にしたがって a を50mmとした）および輪群別平均尾叉長の時系列配置の3種類の方法で生長曲線を求め比較したところ，S-FL 式によって得られたⅣ，Ⅴ歳魚と輪群別平均尾叉長から得られたⅠ歳魚の尾叉長が，他の方法によって得られた値よりやや大きいが，その他はほとんど同様な値であった（図9）．そこで，先に大内[6]が Lea の式によって生長曲線を示してい

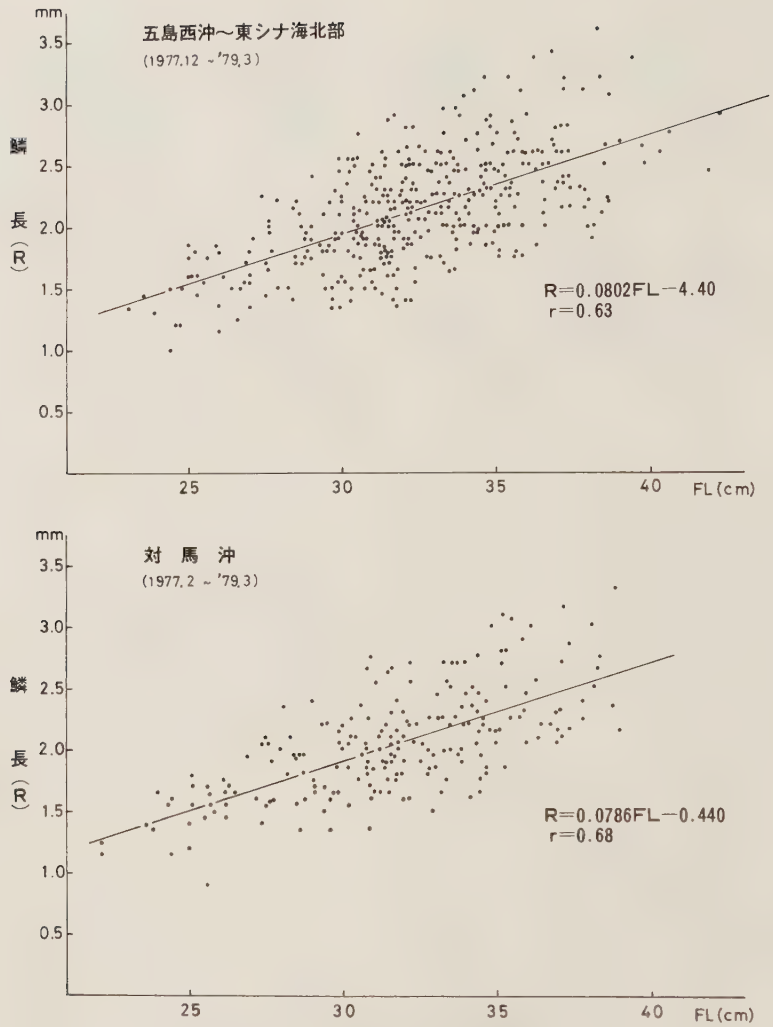


図 7. マサバの鱗長と尾叉長との関係

るので，比較しやすくするため，本報告でも LEA の式による計算結果を採用することにした．

一般に魚類の生長は BERTALANFFY の生長式によって示されろ．サバ類の生長もこの式にあてはめられていろので，次式によって生長を示すことにする．

$$L_t = L_\infty (1-e^{-k(t-t_0)})$$

ただし，t　：年齢
Lt　：t年の尾叉長
L_∞　：最大尾叉長
k　：生長係数
t_0　：L=0 のときの t の値

まず，先に求めた各年齢ごとの計算尾叉長を用いて，WALFORD の生長転換法により定差図を作成する．図10に示すとおり，生長曲線の適合度は良く，回帰直線と座標軸い2等分線（原点に対し45°の線）との交点から最大尾叉長（L_∞）が求められ，下記の生長式が得られた．

$$Lt = 399\ (1-e^{-0.56(t+0.47)})$$

ただし，t　：年齢
Lt　：t 年の尾叉長

表6. 鱗長ー尾叉長関係の回帰式と検定

回　帰　式

	漁　場　群	回　帰　式（R：鱗長mm，L：尾叉長mm）
1	五島西沖〜東シナ海北部	R＝0.00802L－0.460
2	対　馬　沖	R＝0.00786L－0.440
3	九州西部[a]	R＝0.00800L－0.463
4	鳥　取　沖	R＝0.00633L－0.122
5	東シナ海中・南部	R＝0.00654L－0.091

検定（共分散分析）

漁　場　群	検定結果（5％水準）[b]	
	回帰係数	修正平均値
1　と　2	○	×
3　と　4　と　5	×	×

[a] 1と2の合計

[b] ○：有意差なし，×：有意差あり

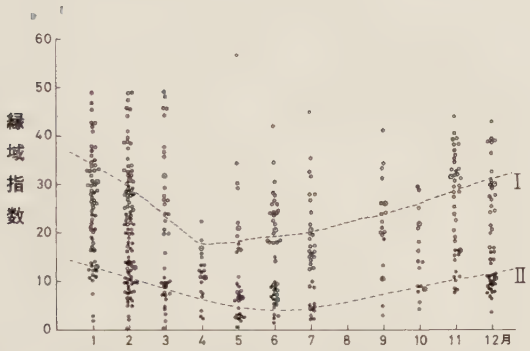


図 8. 縁域指数（(鱗長ー最外輪長)×(鱗長)$^{-1}$×100）の季節変化（九州西部群）．白ぬき丸印はⅠ輪魚，黒丸印はⅡ輪魚を，中点つきの丸印はそれぞれの平均値を示す

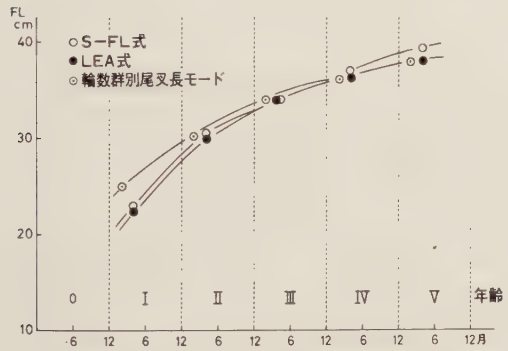


図 9. マサバの生長曲線（九州西部群）

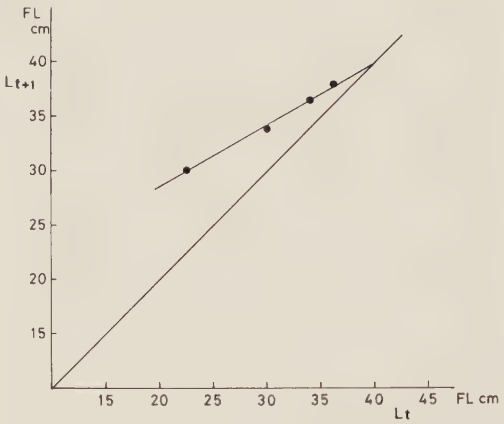


図 10. WALFORD の定差図（九州西部群）．t：年齢

また，年齢tに対応する尾叉長の標準偏差式は次のとおりである．

$S=39.94\times0.68^{t}$

ただし，S　：標準偏差

t　：年齢

(5) Ⅰ〜Ⅲ歳魚の生長傾向の年代的変化

年齢査定と漁獲物の尾叉長組成から，九州西部群の年齢組成（暦年方式）は，大部分がⅠ，Ⅱ，Ⅲ歳魚によって占められていることがわかったので，この群の1969年から1982年までの間の年別，季節別（1〜3月と10〜12月），年齢（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ歳魚）別尾叉長組成を作成し，図11に示した．1975年と1976年は年齢査定用の標本が欠けており，また，年によってはⅠ歳魚あるいはⅢ歳魚の標本が欠けているが，この図から1974年以前と1977年以後とでは同一年齢のものでも組成に相違がみられる．

そこで，1974年以前と1977年以降の2つの年代に分けて，それぞれ年別の組成（%）加え合わせてその平均的な組成を作成することができる（図12）．この図によると，Ⅰ歳魚の組成には年代的な相違は認められないが，Ⅱ歳魚とⅢ歳魚は1977年以降の方が全体的に尾叉長モードが小さい傾向がみられ，生長が悪いようである．また，Ⅲ歳魚の尾叉長モードを年級ごとにみると，1967，1969，1970，1971，1979年級が35cm，1968，1977年級が34cm，1976年級が33cmとなり，全体的にみて，1975年級以降のものの尾叉長が小さい．

2) 追跡法による0歳魚の生長の推定

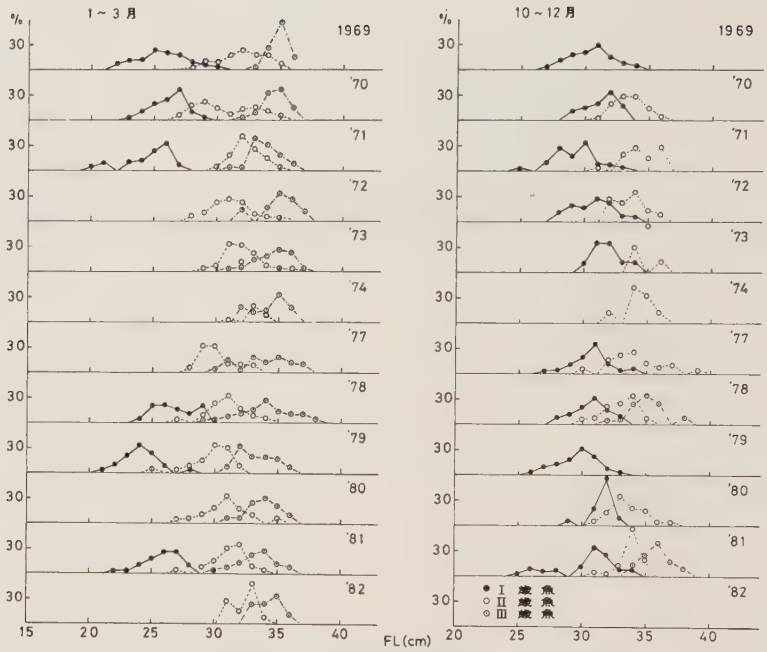


図 11. 季節別・年別の年齢別尾叉長組成（九州西部群）

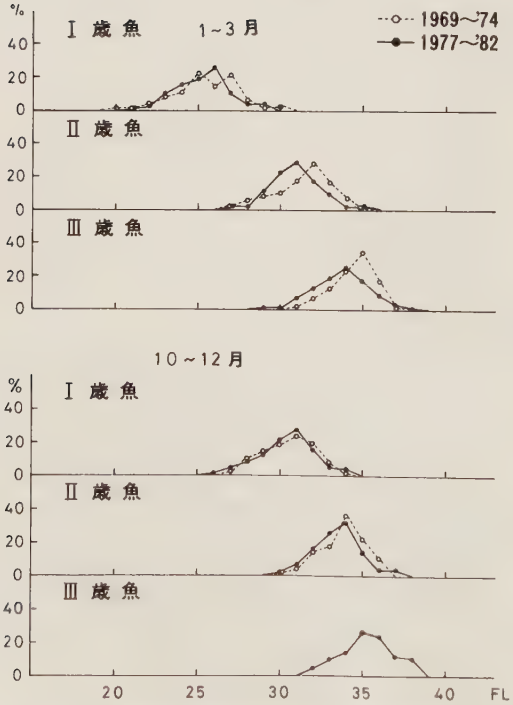


図 12. 平均的な年齢別尾叉長組成（九州西部群）

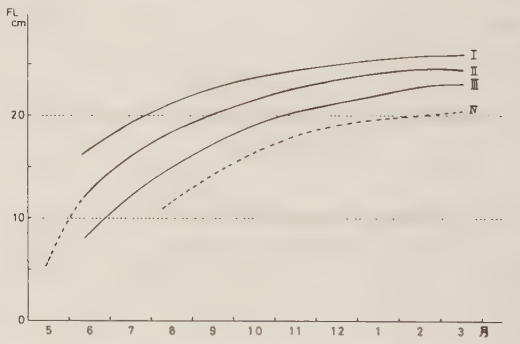


図 13. 0歳魚・発生群別の平均的生長曲線（九州西部群）

既に述べたように，九州西部群の0歳魚には発生時期の異なる3つあるいは4つの群が存在し，これら各群の生長は尾叉長組成の季節変化を追跡することによって推測できる（図6）．このうち，第II，第III発生群については1974～1977年の4カ年を除く1967年から1979年の間の10年分について，ほぼ周年の生長過程を追跡できる．各年の生長曲線は，ほとんど差が認められないので，平均的な生長曲線を求めた．第I，第IV発生群は明確に追跡できない年もあるが，判明してい

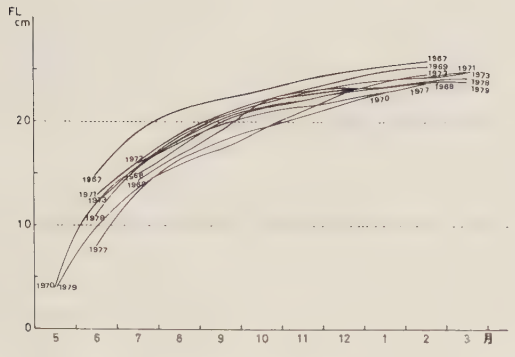


図 14. 各年の発生主群の生長傾向（九州西部群）

る年の状態から平均的生長曲線を求めた．その結果は図13に示すとおり，各発生群とも10月ごろまでは急速に生長するが以後鈍化する．これは索餌期から越冬期への移行にともなう生長速度の変化によるものと考えられる．各発生群別の生長過程をみると，第1発生群は8月に20cmを越え，翌年の3月（満1年）には26cmに，第II発生群は9月に20cmを越え，翌年3月には25cmに，第III年生群は11月に20cmを越え，翌年3月には23cmに，第IV発生群は翌年2月に20cmに達する．各発生群の生長曲線は年間を通じほぼ平行的に推移するが，翌年3月には間隔がせばまる．

各年の主群は図6に示したように，1968，1969，1970，1971，1972，1973，1978年は第II発生群，1977，1979年は第III発生群，1967年は第I発生群であるが，これら主群の生長過程をみると，図14に示すように，発生の翌年3月の尾叉長は最大で26cm（1967年級第I発生群），最小で24cm（1977年級第III発生群）であり，発生時期の違いによる差が残るだけで，生長速度には大きな相違はみられない．

表7. 回帰式より求めた尾叉長と鱗長

漁場群	尾叉長 mm	鱗長 mm		
	R＝0のとき	L＝20	L＝30	L＝40
五島西沖～東シナ海北部群	L＝57.4	1.144	1.946	2.748
対馬沖群	56.0	1.132	1.918	2.704
九州西部群[a)]	57.9	1.137	1.937	2.737
鳥取沖群	19.3	1.144	1.777	2.410
東シナ海中・南部群	13.9	1.217	1.871	2.525

a) 五島西沖～東シナ海北部群と対馬沖群の合計したもの．

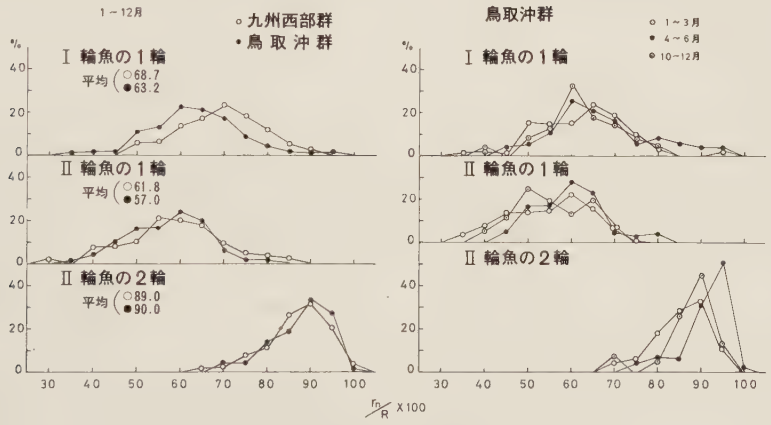


図 15. 輪の相対位置．R：輪長，r_n：輪径

3) 各漁場群の生長の比較

(1) 鱗長と尾叉長の関係

2—1)—(1)の項で述べたように，五島西沖～東シナ海北部群と対馬沖群の間では，鱗長と尾叉長の間の回帰係数には有意な差はないが，修正平均値には有意な差が認められた．しかし，その差は鳥取沖群や東シナ海中・南部群との差に比べれば小さなものであり，むしろ同質の群と考えてもさしつかえない程度である．鳥取沖群と東シナ海中・南部群はそれぞれ異質の群とみられる（表7）．

(2) 輪の相対位置

鱗長と尾叉長の関係と同様に，輪の相対位置（$r_{ni}\times100/R$，但し，r_{ni}：第ni番目の輪径，R：鱗長）の差は系統群判別の重要な要素の1つである．Ⅰ輪群とⅡ輪群の第1輪の相対位置の頻度分布と平均値を検討すると，九州西部群は鳥取沖群に比べて，Ⅰ輪群では平均値とモード値が，Ⅱ輪群では平均値が大きい．Ⅱ輪群の第2輪の相対位置は両者ともほとんど相違はないが，季節別にみると，4～6月には鳥取沖群の方が平均値，モード値とも大きい．また，九州西部群では季節変化がほとんどみられないが，鳥取沖群では4～6月にはその他の季節に比べ相対位置の大きい群が出現する（図15）．従来の知見[3]では平均値と標準偏差の相違から鳥取沖，九州西部，東シナ海中・南部，東シナ海西部の4群を区別しているが，今回の検討でも鳥取沖群と九州西部群についてほぼ同様な結果を得た．

(3) 輪紋形成期

鳥取沖群について縁域指数の季節変化をみると，7～10月のデータが欠けているが輪紋形成の盛期はⅠ輪魚，Ⅱ輪魚とも4～6月と推定され，上述の九州西部群とほとんど変らない（図16）．東シナ海中・南部群については，標本数が不充分で推定できなかった．

(4) 輪群別計算尾叉長と生長式

九州西部群，鳥取沖群および東シナ海中・南部群については，各輪群別に各輪に対応した計算尾叉長と生長式を推定した．また，マサバの近縁種でありしかもよく混獲されるゴマサバの推定結果も合わせて表8に示したが，ゴマサバは，標本数が少なかったので漁場群別にせず全海域を1つにして取扱った．

九州西部群ではⅤ歳魚まで，鳥取沖群と東シナ海中・南部群ではⅣ歳魚まで出現したが，各群とも生長速度にほとんど相違はない．ゴマサバはⅢ歳魚以上になるとマサバより生長が速いようである．生長式によるマサバの極限尾叉長は40cmであるが，実際の漁獲物中には40cmを超えるものが出現している．

九州西・対馬東沖のマサバについて大内[6]は1967～1969年と1970～1972年の2期に分けて年齢と生長を推定したが，両期の相違はほとんど認められない．これを前述の九州西部群についての結果と比較すると，Ⅰ歳魚まではやや差があるが，Ⅱ歳魚以後はほとんど同じ傾向を示している．また，太平洋系統群のそれ[10]と比較すると，Ⅳ歳魚までは九州西部群の方が生長が速いが，Ⅳ歳魚以上はほとんど同様である（図17）．

(5) Ⅰ～Ⅲ歳魚の年齢別尾叉長組成の検討

鳥取沖群の1969～1981年の年齢別尾叉長組成をみると，1973年と1974年はデータがないが，Ⅱ歳魚では1972年以前と1975年以後とでは組成に違いが認められ

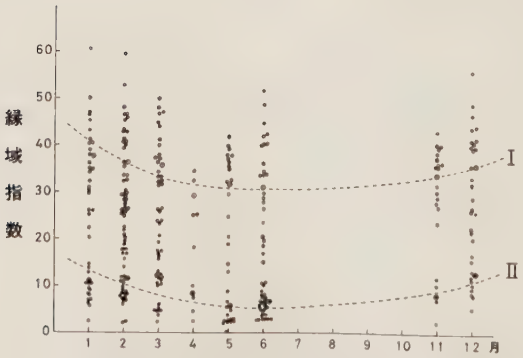


図 16. 縁域指数の季節変化（鳥取沖群）．記号などの説明は図8と同じ

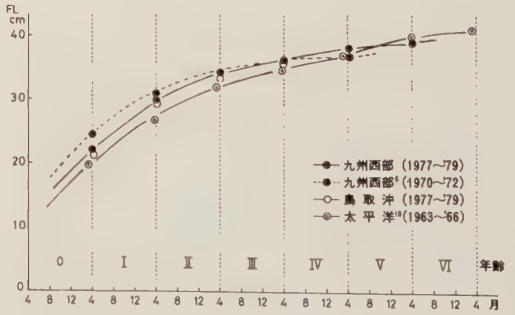


図 17. マサバの生長曲線の比較

表8．輪群別平均計算体長（Lea式）と成長式

N　：標本尾数
L　：尾叉長 mm
S・D：標準偏差

九州西部

輪群	N	L_1	S・D	L_2	S・D	L_3	S・D	L_4	S・D	L_5	S・D
1	205	231.55	23.56								
2	185	220.71	27.69	304.13	18.23						
3	61	211.28	23.16	293.85	23.77	338.42	11.05				
4	11	215.18	21.03	295.73	25.05	340.36	12.78	363.91	7.33		
5	6	223.60	16.44	294.17	25.06	335.50	14.47	360.33	10.78	382.00	5.83
全体	474	223.97	26.04	301.03	20.58	338.47	11.43	362.65	8.54	382.00	5.83

成長式（標準偏差式）　$Lt=399(1-e^{-0.56(t+0.47)})$　（$S=39.94\times0.68^t$）

鳥取沖

輪群	N	L_1	S・D	L_2	S・D	L_3	S・D	L_4	S・D
1	166	219.48	24.99						
2	145	217.29	25.81	305.37	17.58				
3	37	197.11	26.32	293.03	25.64	339.03	8.95		
4	6	207.33	20.29	279.83	31.75	329.33	21.22	354.83	11.67
全体	354	216.04	26.18	302.13	20.79	337.67	11.56	354.83	11.67

成長式（標準偏差式）　$Lt=367(1-e^{0.77(t+0.16)})$　（$S=34.94\times0.74^t$）

東シナ海中・南部

輪群	N	L_1	S・D	L_2	S・D	L_3	S・D	L_4	S・D
1	14	25..07	22.99						
2	17	228.59	28.52	310.00	17.67				
3	10	209.00	31.53	289.20	30.89	333.20	15.91		
4	22	215.00	35.36	307.00	4.24	332.50	4.95	358.00	4.24
全体	43	222.00	27.92	302.62	24.183	33.08	14.47	358.1	14.24

成長式（標準偏差式）　$Lt=371(1-e^{0.76(t+0.20)})$　（$S=41.25\times0.72^t$）

ゴマサバ（全域）

輪群	N	L_1	S・D	L_2	S・D	L_3	S・D	L_4	S・D	L_5	S・D
1	63	239.70	27.40								
2	28	228.50	25.58	313.14	10.00						
3	7	213.29	37.84	301.29	25.02	350.43	10.55				
4	5	233.0	23.21	294.80	13.55	356.00	6.63	380.20	1.79		
5	3	214.33	36.02	302.33	30.86	368.00	9.54	401.00	9.54	420.00	1.73
全体	106	233.96	28.38	308.33	16.27	355.80	10.943	88.00	11.99	420.00	1.73

成長式（標準偏差式）　$Lt=448(1-e^{-0.42(t-0.75)})$　（$S=44.51\times0.62^t$）

る．そこでその相違を明確にするために，1969～1972年と1975～1981年の両年代に分けて，それぞれの年代ごとに年別の組成（%）を加え合わせて平均的な組成を作成し図18に示した．この図より1～3月のⅠ歳魚では，後年代の方がモードの位置で約1cm大きいが，Ⅱ歳魚では約2cm，Ⅲ歳魚では約1cm前年代の方が大きい．10～12月では両年代に相違はみられない．

東シナ海中・南部群と東シナ海西部群については10～12月のものについて検討したが，各年の標本数が不充分なので，年別の組成（%）を加え合わせて平均的

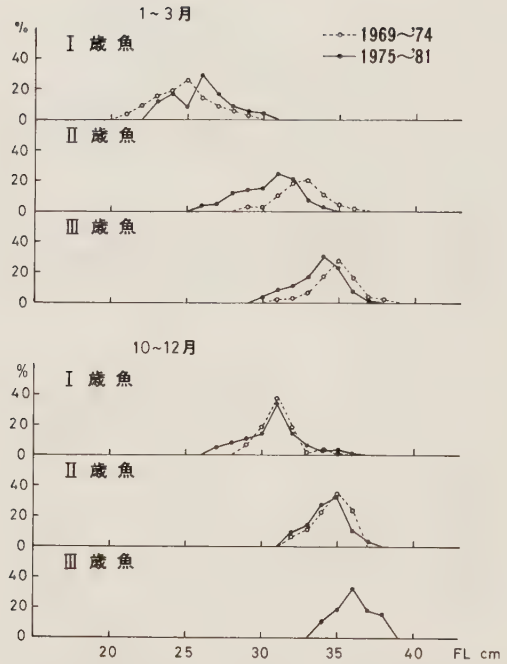


図 18. 平均的な年齢別尾叉長組成の年代別比較（鳥取沖群）

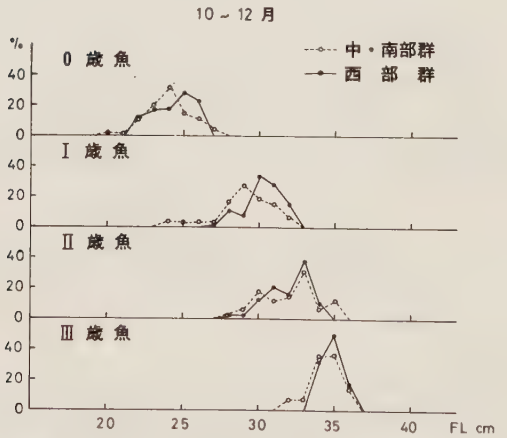


図 19. 平均的な年齢別尾叉長組成（東シナ海群）

な組成を作成し両群を比較した（図19）．図によれば，0歳魚と1歳魚では東シナ海西部群の方がモードの位置で約1cm大きいが，Ⅱ歳魚とⅢ歳魚では相違は認められない．

(6) 0歳魚の生長

1—5）項で述べたように，鳥取沖群の0歳魚の発生主群と考えられる第Ⅱ発生群の尾叉長モードの位置は，年末（12月）には24cmとなり，九州西部群とほぼ同様な生長経過をたどる（図3，図4）．東シナ海中・南部群0歳魚の10～12月の平均的な尾叉長組成モードは24，25cmで，九州西部群や鳥取沖群に比べてやや大きいようである．大内[6]は九州西・対馬東沖のマサバの生長傾向を検討した結果，年末には尾叉長組成のモードの位置がそれぞれ20，22，25および27cmにある4群の存在を示している．本報告の九州西部群の結果と比べると，27cmのものを除き両者はよく一致するが，大内[6]が主群と判断した群は本報告では第Ⅲ発生群に相当する．この相違については，今後広く各海域，各時期をカバーした標本の収集によって，各群の発生海域の推定などの検討を通じて明らかにする課題である．

3 相対生長

動物の体の各部分の長さや重さの相対的比率（相対生長）は発育段階，生活年周期，栄養状態や個体群数量の変動によって変化する．また，この相対的比率は近縁種間の比較や同一種内の系統群の識別にとっても重要な指標の1つである．ここでは尾叉長と体重の関係と，尾叉長と頭長の関係について検討した．

1) 尾叉長と体重の関係

(1) アロメトリー（Allometry）の式による検討

尾叉長と体重の関係は，一般に $W=aL^b$（W：体重g，L：尾叉長mm）のアロメトリーの式で示される．

これにしたがって九州西部，鳥取沖，東シナ海（中・南部および西部）の各群について，年別，季節別に関係式を求め，共分散分析によって回帰係数と修正平均値の検討を行った．なお，これに先立って九州西部群について雌雄差の有無を共分散分析によって検討したところ，統計的に有意な差がなかったので，以後の検討においては雌雄を区別しなかった．また，比較検討に供したそれぞれの尾叉長—体重関係の相関係数は0.85～0.99の範囲にあり，かつ大部分が0.97以上の高い相関を示した．

① 回帰係数の季節変化と経年変動

九州西部群では，尾叉長と体重の回帰係数は1975年と1978年の7～9月に著しく大きく，1978年の4～6

月に著しく小さい．この理由は明らかではないが，これらの時期は漁獲量が少ない時期で，標本採取がやりにくく，標本に偏りがあったものと考えられる．漁獲量が多く標本が採集しやすい10～12月，1～3月の値は，経年的にさほど大きな変化はみられない．1971～1975年の状況でみると，4～6月が最も高く，1～3月がこれに次ぎ，10～12月が最も低くなっているが，これがこの群の実態を代表しているかどうかわからない．鳥取沖群では，4～6月の値は経年的にみてほとんど変化がないが，10～12月と1～3月の値は経年変動が大きく，1975年あるいは1976年以後高い値になっている．7～9月はデータのない年があって確かでないが，全般的に低い値のようである．

季節別に分けずに年間のデータを合わせて回帰係数を求め，その経年変化をみると，鳥取沖群の1976年を除けば，九州西部群と鳥取沖群はほぼ同じ値を示し変

表9．尾叉長一体重関係の回帰式と検定

回帰式

	漁場群	季節	回帰式（W：体重g，L：尾叉長mm）
1	鳥取沖	1～3月	log W=3.471 log L−5.853
2	〃	4～6月	log W=3.347 log L−5.690
3	〃	7～9月	log W=3.299 log L−5.516
4	〃	10～12月	log W=3.521 log L−6.178
5	九州西部	1～3月	log W=3.466 log L−6.059
6	〃	4～6月	log W=3.359 log L−5.757
7	〃	7～9月	log W=3.294 log L−5.586
8	〃	10～12月	log W=3.322 log L−5.658
9	東シナ海中・南部	1～3月	log W=3.647 log L−6.516
10	東シナ海西部	7～9月	log W=3.571 log L−6.300
11	〃	10～11月	log W=3.449 log L−5.979
12	済州島南沖	8～10月	log W=3.141 log L−5.209

検定（共分散分析）

	漁場群	検定結果（5％水準）[a]		備考	
		回帰係数	修正平均値		
同一漁場群の季節差	鳥取沖 1，2，3，4	×	×		
	九州西部 5，6，7，8	×	×		
	〃 7，8	○	○	共通回帰係数	3.320
	東シナ海中・南部および西部 9，10，11	○	×	〃	3.542
	〃 9，10	○	○		
	〃 10，11	○	○		
同一季節の漁場群間差	1～3月 1，5，9	×	×		
	〃 1，5	○	×	共通回帰係数	3.467
	4～6月 2，6	○	×	〃	3.347
	7～9月 3，7，10	×	×		
	〃 3，7	○	×	〃	3.298
	10～12月 4，8，11	×	×		
	〃 4，8	×	×		
	済州島南沖と九州西部 12，7	○	×	共通回帰係数	3.287
	済州島南沖と東シナ海西部 12，10	×	×		

[a] ○：有意差なし，×：有意差あり

動の幅も小さい．東シナ海群では，冬季の標本が少ないが，経年変動は小さく安定している．

② 漁場群別回帰式の比較

上述のように，回帰係数の季節的，経年的変化には明確な傾向性がみられず，漁獲量の経年変動との関連もない．また，東シナ海群以外は経年的にも季節的にも不規則な変化がみられた．したがって，これだけでは各漁場群の比較ができないので．季節別，漁場別に各年のデータを一括して回帰式を求め，群間の比較を行った．得られた回帰式と共分散分析による回帰係数，修正平均値の差の検定結果は表9に示した．この結果，東シナ海中・南部群と西部群には季節差はないが，鳥取沖群と九州西部群には季節差がある．そこで，同一季節のものについて各漁場間を比較すると，鳥取沖群と九州西部群はほぼ共通しているが，これらの両群と東シナ海中・南部あるいは西部群とは相違している．また，東シナ海中・南部群と西部群とは，共通性が高いと判断される．なお，近年（1979～1981年）8～10月に済州島南沖にマサバの索餌群が出現したが，この群と7～9月の九州西部群との間では，回帰係数に有意な差がみられなかった．

③ 漁獲量変動との関係

マサバの漁獲量変動をみると，九州西部群は1969年から急増し1974年にピークに達した後，増減を繰り返しながらほぼ横ばい状態にある．また，鳥取沖群は1971年から急増し，1977年にピークに達した後減少傾向にある．これに対し，両群とも尾叉長と体重の回帰係数には漁獲量の変動に応じた変化はみられない．

(2) 肥満度による検討

年齢群別の尾叉長と体重の関係について，漁場群間の比較を行うには，前述の年齢別尾叉長組成と尾叉長の回帰式を組合せて，年齢群別平均尾叉長，平均体重を求める方法もあるが，年齢別の群平均肥満度（$cf = BW \times 10^3 / FL^3$，但し，BW：体重，FL：尾叉長）による検討が有効である．前述のように尾叉長と年齢の関係には，漁場群間に大きな差がみられないので，ここでは簡便に尾叉長23cm以下を0歳魚，23～29cmをⅠ歳魚，30～33cmをⅡ歳魚，33～35cmをⅢ歳魚，35cm以上をⅣ歳魚以上とし，群別，年齢別，季節別の群平均肥満度を検討した．

① 季節的変化

九州西部群では0歳魚の標本は7月から12月までの間しかないが，年別の cf の平均値はほぼ11.0程度でほとんど変化がみられない．Ⅰ歳魚では1～3月には低く（cf 11.0前後），7～9月に高く（cf 12.5前後）なる季節変化が明らかである．Ⅱ歳魚以上のものもⅠ

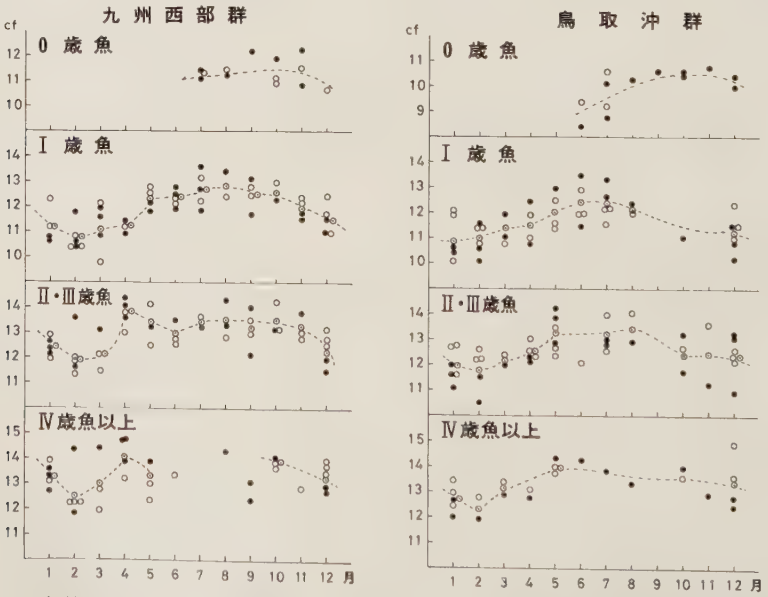


図 20. 年齢別肥満度（*Cf*）の季節変化．黒ぬり丸印は1971，1973，1975年，白ぬき丸印は1977，1978，1979年，中点つき白丸印は平均

歳魚とほぼ同様な傾向を示すが，変動の幅が小さくなっている．また，高齢魚ほど肥満度が高い．鳥取沖群は九州西部群とほぼ同じ傾向を示している（図20）．東シナ海群は標本が不充分であるが，Ⅰ～Ⅲ歳魚では12月が最も低い値を示している．

② 経年変動

各年とも標本数が多い1～3月の値について経年変動をみると，九州西部群のⅠ歳魚では1977年に低く1979年に高いが，その他の年はほとんど同じ値である．Ⅱ歳魚以上のものもⅠ歳魚とほぼ同じ経年変動を示すが，1971年と1973年にはやや高い値となっている．鳥取沖群はⅠ歳魚は九州西部群とほぼ同じ傾向を示すが，Ⅱ，Ⅲ歳魚は九州西部群と1年ずれて，1976年に低く1978年に高くなっている．また，年齢群別平均値は高齢魚ほど高いが両群間の差はほとんどない（図21）．東シナ海群はⅠ歳魚（Cf＝13.3），Ⅱ歳魚（Cf＝13.4）とも高い値を示している．

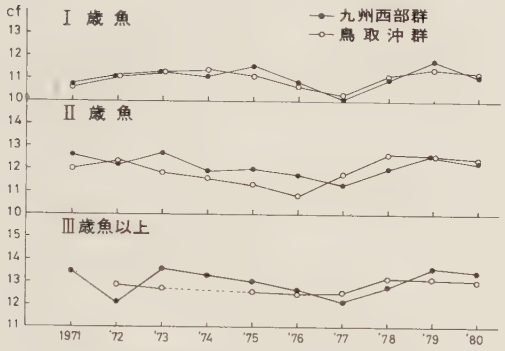


図 21．年齢別肥満度（*Cf*）の経年変化（1～3月）

2） 尾叉長と頭長の関係

尾叉長と頭長の関係は，未成魚と成魚の判別あるいは系統群の判別の重要な要素の1つとして使用されている．マサバは，この関係が直線回帰をするが，尾叉長27～30cmを境に屈折することが報告されている[3,4]ので，29cm未満のものを未成魚，それ以上のものを成魚として，それぞれについて各漁場間の比較を行った．

まず，鳥取沖群と九州西部群について，各年の1～3月と周年（1～12月）の回帰係数を求め，その経年変化を図22に示した．1～3月と周年を比較すると，

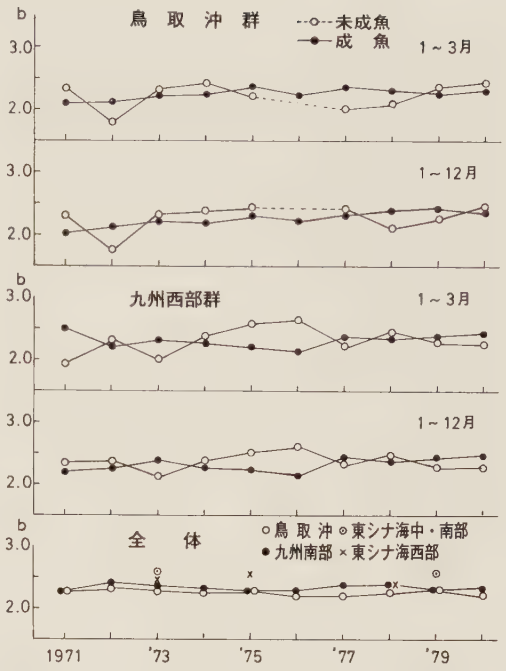


図 22．尾叉長―頭長関係の回帰係数（b）の経年変化

鳥取沖群の1975年と1977年の未成魚では違いがみられるが，その他はすべてほぼ同じ値で相違はみられない．経年変動は未成魚でやや大きく成魚で小さいが，両者の変動の間には特に関係は認められない．また，鳥取沖群と九州西部群との間にも特に関係はみられない．未成魚と成魚を区別せず一括して求めた値の経年変動は図22の最下段に示した．これによると，鳥取沖群は九州西部群の値の差は小さいが，東シナ海中・南部群あるいは西部群の値はやや大きい．経年変動では各漁場群とも小さい．

未成魚，成魚の区別をせず，また各年の測定値を全部一括して，漁場群別の回帰式を求めて表10に示した．回帰式の回帰係数と修正平均値の差の有無は共分散分析によって検定し，その結果を表10の下欄に示した．これによると，東シナ海中・南部群と西部群は同質の群とみられる．また，九州西部群と東シナ海中・南部群とでは回帰係数には差がないが，修正平均値には差がある．済州島西沖および南沖の回遊群と東シナ海中・南部群および西部群の間には，九州西部群と東シナ海中・南部群と同様な関係が認められる．

表10. 尾叉長—頭長関係の回帰式と検定

回帰式

漁場群	年	回帰式（HL：頭長mm，L：尾叉長mm）
1 鳥取沖	1971～1977	HL＝0.229L＋7.424
2 九州西部	〃	HL＝0.234L＋6.203
3 東シナ海中・南部	1978～1979	HL＝0.236L＋7.159
4 東シナ海西部	1973～1978	HL＝0.244L＋4.932
5 済州島西沖	1974	HL＝0.248L＋2.980
6 済州島南沖	1974～1981	HL＝0.243L＋4.080

検定（共分散分析）

漁場群	検定結果（5％水準）[a]	
	回帰係数	修正平均値
1，2，3，4，5，6	×	×
2，3，4，5，6	×	×
1，2，3，4	×	×
3，4，5，6	○	×
3，4	○	○
1，2	×	×
1，3	×	×
2，3	○	×
2，5	×	×
2，6	×	×

[a] ○：有意差なし，×：有意差あり

4 性成熟と抱卵数

マサバの成熟・産卵については，日本海・九州西岸域，東シナ海の群につけ大内・濱崎[3]，江波[11]，立石[12]，浜崎[13]の，太平洋側の群について竹村[14]，小達[15]宇佐美[16]の報告など多くの知見がある．本報告では1971年から1977年までの資料により，主として九州西部群と鳥取沖群の成熟の進行状況と成熟期および抱卵数について検討した．

1) 成熟の進行状況

九州西部群の3～6月の雌雄の生殖腺を観察すると，尾叉長約25cm以上のものに成熟個体が認められ，28cm以上になると大部分の個体が成熟するものと思われる．30cm以下では雌より雄の方が成熟個体の出現率が高く，満1年で成熟する個体も出現するが，群としては雌雄とも満2年から成熟するものと思われる．

(1) 成熟係数（K_G）の月別変化

生殖腺の成熟と産卵の速度からみて，変化過程をみるにはなるべく時間間隔を短かくとることが望ましいが，標本数から判断してまず月別の変化を検討した．図23—1，2，3，4は1971年から1980年までの各年の1～8月の各月の K_G（$GW \cdot 10^4/L^3$．但し，GW：生殖腺重量g，L：尾叉長cm）の平均値を計算し，これらの値の10年間平均値の月別変化を示したものである．

九州西部群では，雄は3月から急激に上昇（K_G 5.9）5月をピーク（K_G 10.3）とし，6月から減少（K_G 6.5）し始め7月には急速に低下（K_G 1.0）する．雌は4月から上昇（K_G 7.2），5月にピーク（K_G 8.2）を示すが，6月には低下（K_G 4.8）する．各年

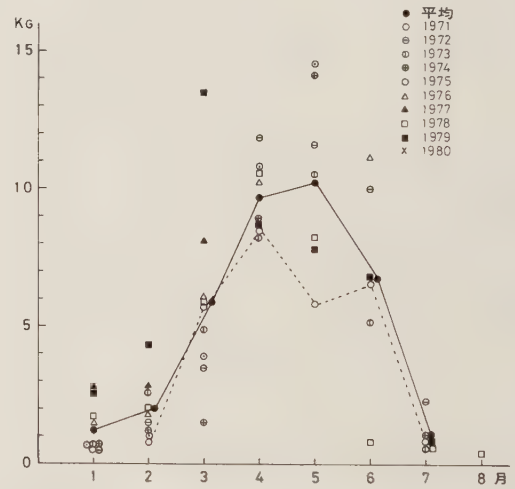


図 23—1. 成熟係数（K_G）の月変化（九州西部群♂）

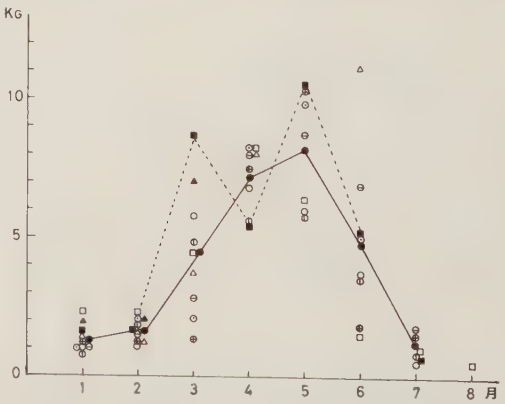


図 23—2. 成熟係数（K_G）の月変化（九州西部群♀）

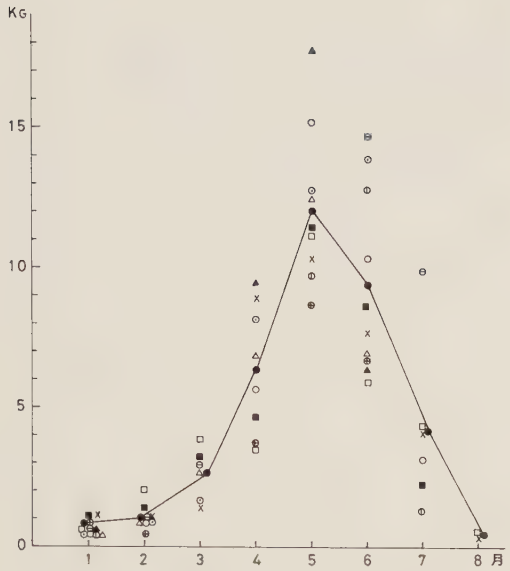


図 23—3. 成熟係数（K_G）の月変化（鳥取沖群♂）

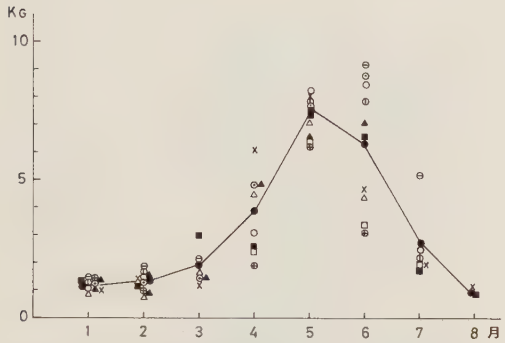


図 23—4. 成熟係数（K_G）の月変化（鳥取沖群♀）

別にみると，雄では1976年（6月にピーク）と1979年（3月にピーク）を除けば，毎年4月から5月にピークとなるが，1971年には4月と6月の2回のピークがみられる．雌では1976年（6月にピーク）を除けば，雄と同様毎年4月から5月にピークとなるが，1979年には3月と5月の2回のピークが現われている．このように，年によってはピークが2回現われたり，3月あるいは6月にピークが現われる年もあるが，ほとんどの年は，ピークの出現は1回だけで，雄は4月または5月に，雌では5月または6月にピークとなる．年別月別平均 K_G の最高値は雄で14.5，雌で10.5であった（図23—1,2）．

鳥取沖群では，10年間の平均値でみると，雄は4月から上昇（K_G 6.4）し，5月をピーク（K_G 12.2）にその後低下するが，7月でも比較的高い値（K_G 4.2）を示している．雌は K_G 5以上になるのが5・6月（ピークは5月，K_G 7.5），7月には急速に低下する．各年別にみると，雌雄ともに5月または6月（雄は5月が主）がピークである．各年別の月平均 K_G の最高値は雄で17.8，雌で9.3であった（図23 3,4）．

次に，年齢と尾叉長の関係の検討によって得られた結果から，尾叉長30～33cmをⅡ歳魚，33—35cmをⅢ歳魚，35cm以上をⅣ歳魚以上として，年齢群別に月別 K_G の10年間の平均値をみると，九州西部群の雄では，Ⅱ歳魚は5月，Ⅲ歳魚は4・5月，Ⅳ歳魚以上は4月にピークが現われており，高齢魚ほど早く成熟することを示している．雌の成熟は雄よりやや遅れる．鳥取沖群では，雌の成熟がやや遅れる点は九州西部群と同じであるが，雌雄，年齢にかかわりなく，K_G のピークは5月に現われる．なお，両群とも高齢魚ほど

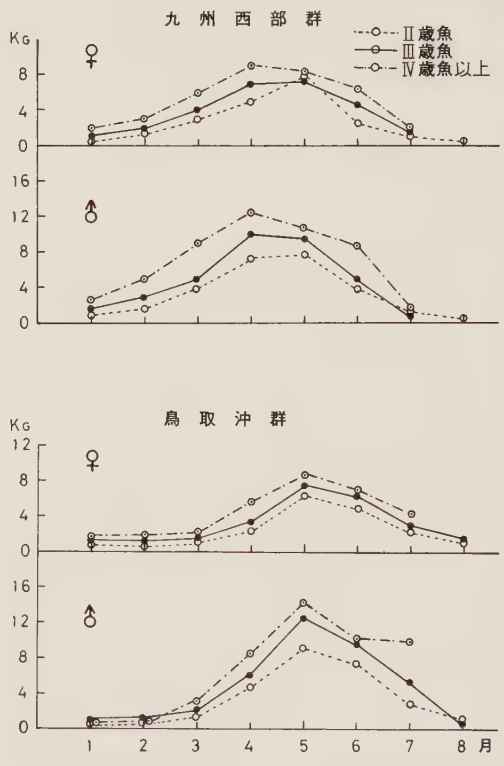


図 24. 年齢別成熟係数（K_G）の月変化

K_G が高い（図24）.

(2) 成熟期における成熟係数の旬別変化

九州西部群と鳥取沖群の成熟盛期は共に4・5月であることがわかったが，6月にも K_G の高い個体が出現する（鳥取沖群に多い）し，K_G のピークが2回現われる年もあるので，4月から6月にかけての旬別 K_G（各年の旬別平均 K_G の10年間分をさらに平均した値）の変化を検討した.

九州西部群をみると雄は4月上旬から6月上旬に K_G は8以上となり，4月下旬と5月下旬にピークが認められる．雌は4月下旬にピークがみられるが，4月中旬から5月下旬まで K_G 7～8で推移する．鳥取沖群は雌雄共に5月上旬から高くなり，6月上旬にピークがみられるが，6月中旬には急激に低下する．全般的にみて，九州西部群は4月下旬～5月下旬，鳥取沖群は5月上旬～6月上旬が成熟の盛期で，両群の間には約1旬のずれが認められる（図25）.

また，宇佐美[17]に準拠して，性成熟段階（K_G 値の階級区分）の旬別推移をみると，九州西部群は，雄では成熟の進んでいる K_G 10以上のものが，4月上旬から5・6月上旬までの間40%以上を占めている．そのうち，4月下旬と5月下旬にピークが認められ，その時期には，より成熟が進んでいる K_G 15以上のものも多くなっている．雌では K_G 5以上のものが4月中旬から6月中旬までの間60%以上を占めているが，雄と同様4月下旬と5月下旬にピークが認められ，同時に K_G 10以上のものの割合も高くなっている．鳥取沖群では，雄の K_G 10以上のものが4月下旬から6月下旬までの間30%以上を，そのうち5月下旬から6月上旬までは70%以上を占め，K_G 15以上のものと共に，5月上旬と6月上旬にピークを示している．雌の K_G 5以上のものは4月下旬から6月下旬までの間40%以上，そのうち5月中旬から6月上旬までは80%以上を占めてめている．K_G 10以上のものは雄と同様5月上

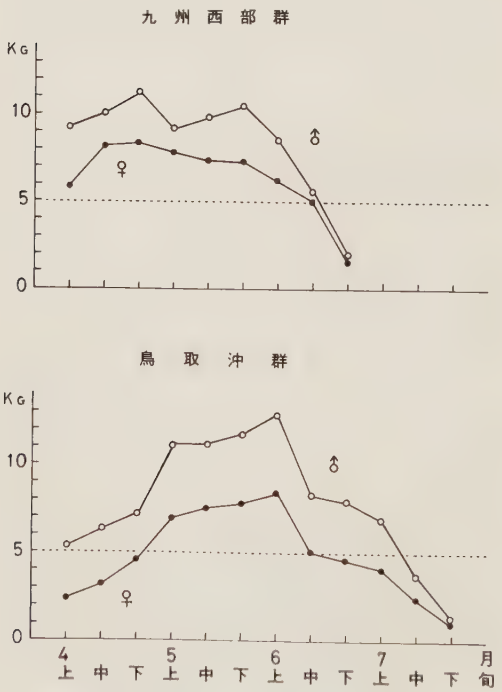


図 25. 成熟係数(K_G)の旬変化（1971～'79年）

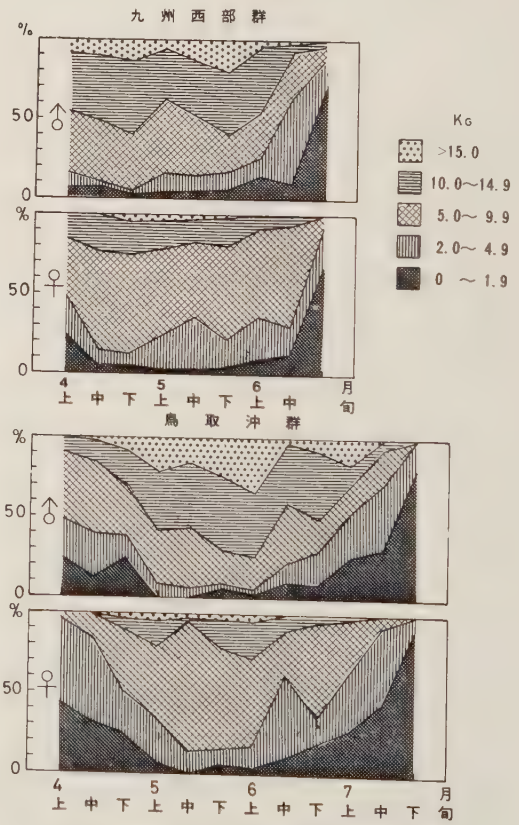


図 26. 性成熟段階の季節変化

旬と6月上旬にピークを示している（図26）.

以上，K_G の旬別平均値と群の性成熟段階の旬別変化から，産卵期は九州西部では4月中旬から6月上旬（ピークは4月下旬と5月下旬），島取沖群では4月下旬から6月下旬（ピークは5月上旬と6月上旬）で，それぞれのピークの時期が最盛期と思われる．また，これらのピーク時を年齢別に検討すると，4月下旬と5月上旬はⅢ歳魚以上が，5月下旬と6月上旬はⅡ歳魚が中心になっていると思われる．

2） 抱卵数

日本海および九州西岸域のマサバの抱卵数について，江波[11]は年齢ごとに検討し，Ⅰ歳魚（尾叉長25cm）で10～40万粒，Ⅱ歳魚（尾叉長30cm）で30～50万粒，Ⅲ歳魚（尾叉長35cm）で60～120万粒，Ⅳ歳魚（尾叉長40cm）で80～140万粒であり，高齢になるほど多いと述べている．太平洋系統群については，竹村[14]，小達[15]，宇佐美[16]の研究があり，これらによると尾叉長30～40cmでは数万から約50万粒の範囲にある．

本報告で測定した標本は主として九州西部群の1969・1970年と1978・1979年のもので，K_G 7 以上の産卵が可能と思われる個体について計数した．放卵中，放卵後の個体は除いた．計数した標本の卵径は0.3～0.8㎜の範囲で，0.5～0.7㎜のものが主であったが，放卵中の標本には1.0㎜に達するものも多くみられた．抱卵数と尾叉長との関係をみると，1969・1970年と1978・1979年のものとの間には相違は認められず，尾叉長が大きくなるにしたがって卵数が多くなる傾向がある．抱卵数は10～80万粒の範囲で，10～40万粒のものが大部分であった（図27）．年齢別にはⅡ・Ⅲ歳魚で平均18万粒，Ⅳ歳魚以上で平均29万粒であった．また，東シナ海中・南部群では標本が少ないが，約10～50万粒であった．これらの結果は江波[11]の知見に比べてかなり少ないが，太平洋系統群の知見[14,15,16]とほぼ一致する．

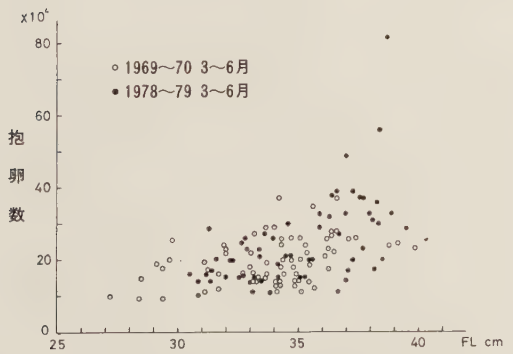


図 27. 抱卵数と尾叉長との関係（九州西部群）

5 餌生物（胃内容物）の検討

日本海から東シナ海のマサバの餌生物については，山下[18]，松井・前田[19]，西村[20]の報告がある．これらをまとめると，主要な餌生物は甲殻類とカタクチイワシ（*Engraulis japonica*）であって，発育段階あるいは生活年周期による変化はあまりないことを指摘している．本報告では1978年から1980年の間に，九州西部群内の主要漁場である五島西沖～東シナ海北部，対馬沖の標本と東シナ海中・南部群の標本を検討した結果を述べる．なお，これらの標本は主として大中型まき網漁業で漁獲されたものなので，胃内容物には漁獲される際飲み込んだと思われる魚鱗が多い．また空胃のものは，同様に漁獲される際に胃内容物を吐出したも

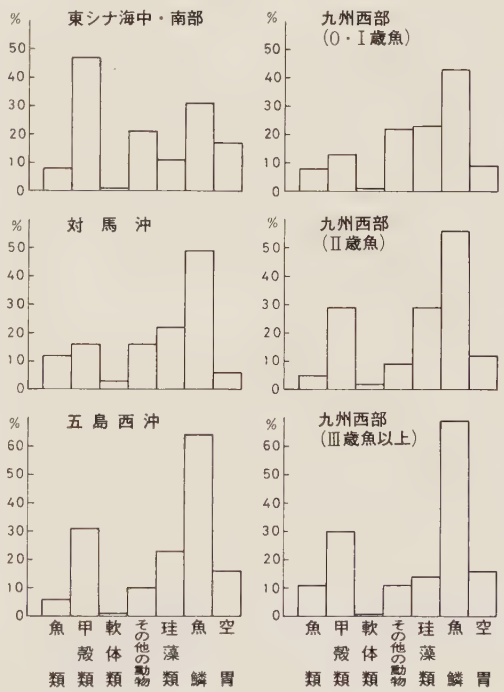


図 28. マサバの漁場群別周年胃内容物組成

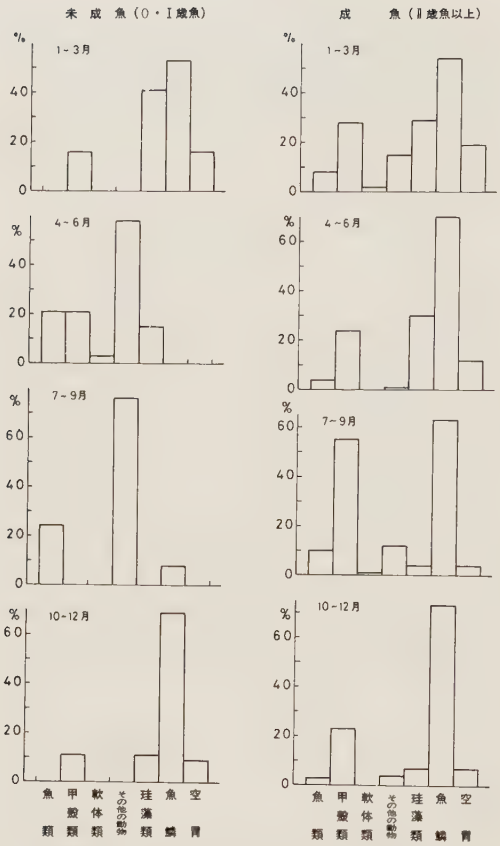


図 29. 九州西部群の季節別胃内容物組成

のが多く含まれていると思われる．したがって，これらの出現状況は一応示したが，餌生物の内容としては検討しなかった．

1) 餌生物の種類別組成

まず，胃内容物は形態と質の相違から，おおまかに魚類，甲殻類，軟体類，その他の動物，珪藻類，魚鱗，空胃の7項目に大別し，その組成を標本個体数に対する項目別の出現頻度で表示した．また，標本の年齢区分は0，Ⅰ歳魚（尾叉長20～27cm），Ⅱ歳魚（尾叉長28～33cm），Ⅲ歳魚以上（尾叉長33cm以上）の3階級に区分した．

対馬沖群と五島西～東シナ海北部群の周年の餌生物は，共に甲殻類，珪藻類が主で次いでその他の動物が多かった．また，東シナ海中・南部群の周年の餌生物は，甲殻類が最も多く次いでその他の動物が多いが，珪藻類，魚類は比較的少なかった．対馬沖群の餌生物は，甲殻類の出現がやや少ない他はほとんど五島西沖～東シナ海北部群と同様な組成であった．両群の標本をこみにして年齢別にみると，0・Ⅰ歳魚では珪藻類，その他の動物が主で次いで甲殻類，魚類が出現する．Ⅱ歳魚では甲殻類，珪藻類が主で次いでその他の動物，魚類が出現する．Ⅲ歳魚以上の魚ではⅡ歳魚に比べ，珪藻類が少なく魚類がやや多いが，ほぼ同様な組成であった．軟体類はどの年齢のものでも出現が少なかった．また，珪藻類はいずれの場合にも胃内容重量がきわめて少なかった．このように全体的には甲殻類，その他の動物が主要な餌生物であるが，未成魚（0，Ⅰ歳魚）ではその他の動物，珪藻類，成魚（Ⅱ歳魚以上）では甲殻類の出現が多い（図28）．

2) 季節別の餌生物

(1) 未成魚の餌生物

1～3月（Ⅰ歳魚）では，珪藻類が主で次いで甲殻類が多いが，4～6月（1歳魚）では，その他の動物が主で次いで甲殻類と珪藻類が同程度出現する．7～9月（1歳魚主体）では，引き続きその他の動物が主で次いで魚類の出現が増加するが，珪藻類は出現しない．10～12月（0，Ⅰ歳魚）では，甲殻類と珪藻類が主に出現する．軟体類は4～6月にわずかに出現する程度である．魚類はカタクチイワシの他は判定できなかったが，甲殻類は橈脚類，アミ類が主体で次いでオキアミ類，エビ類が多かった．その他の動物は，種の判定ができなかったが，おそらくベントス類が大部分と思われる（図29）．

(2) 成魚の餌生物

1～3月では，甲殻類と珪藻類が主体で次いでその他の動物と魚類が多いが，4～6月では，その他の動物と魚類が減少し珪藻類と甲殻類が大部分を占める．7～9月になると，甲殻類が主となるが4～6月に比べ魚類とその他の動物が増加し，珪藻類は減少する．10～12月では，引き続き甲殻類が主体でその他の動物は比較的少ない．

全体的にみて，甲殻類は各期とも多いが，珪藻類は1～6月，その他の動物は1～3月と7～9月に比較的に多かった．魚類ではマイワシ（*Sardinops melanosticta*），カタクチイワシ（*Engraulis japonica*），ワニギス（*Champsodon snyderi*）が出現するが，大

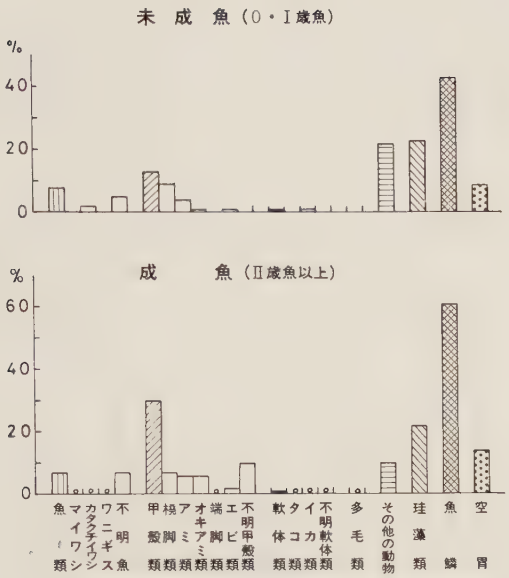


図 30. 九州西部群の未成魚，成魚別胃内容物（1～12月）．白ぬき丸印は出現率1%以下

部分は判定できなかった．甲殻類では橈脚類，アミ類，その他の動物では判定不能のベントス類が多く，未成魚の組成とほぼ同様であった（図30）．

3） 餌生物の群間の比較と評価

九州西部群の餌生物の出現状況をみると，未成魚では珪藻類，その他の動物，甲殻類，魚類，成魚では甲殻類，珪藻類，その他の動物，魚類の順に多いが，軟体類は共に少なかった．季節変化をみると，両者とも甲殻類は周年を通じて多いが，珪藻類は冬，春季に多かった．甲殻類は橈脚類，アミ類，オキアミ類が主体で，未成魚，成魚ともほとんど同じ組成であった．このように未成魚と成魚の餌生物は若干の相違はあるものの基本的にはほとんど変らない．また，鳥取沖群については鳥取県水産試験場境港分場（未発表）*によると，甲殻類主体であるが，次いで不明物，魚類が多く軟体類は少ない．九州西部群に比べ甲殻類中でオキアミ類が少なく，魚類ではキュウリエソ（*Maurolicus japonicus*）が多い．

一方，東シナ海中・南部群では，甲殻類が主で次いでその他の動物が多く，珪藻類は比較的少なかった．甲殻類は橈脚類，アミ類と共にソコシラエビ（*Leptochela gracilis*）の出現が多かった．未成魚と成魚の相違は九州西部群と同様ほとんど認められなかった．

また，林・杤[21]によると，黄海のマサバ幼魚の餌生物は多様であるが，カタクチイワシ未成魚とテミスト類が主であった．

全体的にみて，この海域のマサバは広食性で胃中から多様な餌生物が出現する．特にその他の動物の中には多くの種が含まれていると思われる．また，出現頻度では，甲殻類，珪藻類，そしてその他の動物が多いが，重量では珪藻類は微量な個体が多かった．その他の動物は大部分がベントスと思われるが，消化が進み体の一部しか残存していないため，種の判定は困難であった．出現頻度，重量からみて，その他の動物はマサバにとって重要な餌生物と思われるが，珪藻類は出現頻度は多いが，量は少なく重要な餌生物とは思われない．今後，その他の動物，不明魚種の同定法を確立すると共に，新たに標本採集を行い，定性的，定量的な評価を行う必要がある．

6　生物特性の変化の総括

付表3はこれまで述べた漁場群別の生物特性をまとめたものである．まず，尾叉長組成をみると，各群にそれぞれ2つから4つの年代が区分され，すでに第1報[1]で述べたように年代の移行は漁獲量の増加，盛漁期の変化とよく対応する．とくに九州西部群では，1972年頃に未成魚（尾叉長29cm未満の群）主体から成魚主体への変化が明確である．季節別にみると，7～9月には各群とも成魚主体の年代でも未成魚が主体となる．

年齢と生長では鱗による年齢査定法によって，各群の生長式が推定された．生長傾向は0歳からⅠ歳に至るまでを除けば，各群ともほとんど相違はみられない．発生年級別の0歳からⅢ歳までの生長傾向をみると，九州西部群では1975年級以降やや生長が悪いようである．

尾叉長と体重の関係の経年変化をみると，回帰係数の変化では，九州西部群と鳥取沖群はほぼ同じ傾向を示すが，漁獲量の変動との対応はみられない．共分散分析による検定の結果，東シナ海群の回帰係数，修正平均値は他群のそれとの間に有意な差が認められた．

＊　マサバ精密測定表（鳥取県水産試験場境港分場）

また，近年8～10月に済州島南沖に出現する索餌群の回帰係数は7～9月の九州西部群の値と近い値を示している．

肥満度は越冬期に低く，産卵期と索餌期に高くなる傾向がどの年齢群にも現われるが，特にⅠ歳魚で顕著である．九州西部群と鳥取沖群では季節的変化に若干のずれがある．経年変化は両群とも同様の変化傾向を示し，1976，1977年に低い値になっている．また，東シナ海中・南部群は他群に比べやや高い値を示している．

尾叉長と頭長の関係では，五島西沖～東シナ海北部群の回帰係数，修正平均値に，年によっては有意な差が認められるが，これはおそらく他群との混合あるいは入れ替りがあることを示していると思われる．また，東シナ海群の回帰係数は他群のそれより若干高い値を示している．

成熟状況では，成熟盛期が年によってやや変るが，平均的には東シナ海中・南部群では3月，九州西部群では4月中旬～6月上旬（この間に2つのピークがある）．鳥取沖群では4月下旬～6月下旬（この間に2つのピークがある）で，北の水域ほど遅れることが明らかである．産卵親魚の抱卵数は九州西部群では10～40万粒で，1969・1970年と1978・1979年との比較ではほとんど相違はみられなかった．

餌生物（胃内容物）は，各群とも甲殻類，その他の動物が主で大きな相違はないが，鳥取沖ではキュウリエソの出現が多かった．その他の動物はおそらくベントス類が主であると思われるが，種の同定を早急に行うと共に，主要餌生物の経年変化を追求するため，漁場別，季節別の胃内容の精密調査を行う必要がある．

全体的にみて，各群の生物特性の特徴はかなり明らかになり，そのうちのいくつかの知見は集団判別の要素として有効である．しかし，経年変化をみると，各要素の変化は不規則不揃いで，漁獲量変動との対応は明らかでない．

7 論　議

1) 分布，集合と生活年周期

日本海南西海域から東シナ海に分布する4つのサバのなかで，九州西部群がもっとも数量水準の高い集団と思われる．この集団の集合様式については若干の知見がある[3,5]が，ここでは分布，集合の実態と前述の生物特性との対応から生活年周期の検討を行いたい．

この群の越冬，産卵場は冬，春の集合状況と産卵親魚の漁獲状況からみて，五島西沖～東シナ海北部海域であり，主産卵場は五島西沖に点在すると想定される．この海域で産み出された卵，稚仔は対馬暖流の流れの強弱や流軸の位置によって，近くは九州西岸から山陰沿岸域，遠くは日本海中部の沿岸，沖合域あるいは朝鮮半島東岸域などに輸送され，それらの海域で成育するものと思われる．

九州西岸～山陰沿岸域では，例年5，6月に尾叉長4～10cmの稚，幼魚が出現し，9，10月には尾叉長20cm内外の未成魚に生長する．12月になると，上記の各海域に分布していた未成魚（0歳魚）は対馬沖～五島西沖あるいはその周辺に集合し，年によって偏りはあるが12～2月に最も濃密になる．これらの未成魚（0→Ⅰ歳魚）は早くて4月頃から索餌回遊を始め，6月以降はこの海域の分布量は少なくなる．索餌群の回遊経路をみると，一部は男女群島～クチミノセ近海に，大部分は九州西岸～山陰沿岸域に分布するものと思われる．朝鮮半島東岸域あるいは日本海沖合を北上し分布域を拡大する群もあると思われるが，これらは漁獲対象となっていないので実態は明らかでない．

これらの未成魚は10月頃から南下回遊を始め，12月には再び対馬沖～五島西沖海域に密集し越冬する．最近では1，2月に最も分布密度が高い．これらの群（Ⅰ歳魚）は4～6月にはⅡ歳魚となって，その大部分は産卵親魚となり再生産に参加するものと思われる．Ⅱ歳魚以上の成魚は未成魚とほぼ同様な索餌回遊するものと思われるが実態は明らかでない．九州西部群の12月から翌年6月の漁獲物をみると，Ⅱ歳魚が主でⅢ歳魚とⅠ歳魚がこれに次ぎ，Ⅳ歳魚以上のものは急激に減少する．

九州西部群の生活年周期は，分布，集合の実態と生物特性の特徴との対応から次のような設定が可能である．例年12月に入って回遊群が集合し始め，1，2月に対馬沖～五島西沖を中心とした海域に濃密に分布する．この時期には生長が鈍化し，しかも肥満度が低下することからみて，越冬期は12月から翌年3月とするのが妥当である．産卵期は成熟係数（K_G）の月別，旬別変化の推移から4～6月と推定される．索餌期は，成魚では7～11月となるが，未成魚は4月に入ると索

餌回遊を始めると考えられるので，4～11月が索餌期と設定される．この期の回遊の実態は明確でないが，未成魚では4～9月，成魚では7～9月を索餌前期（分散期），10，11月を索餌後期（集合期）としたい．

鳥取沖群については九州西部群と同様，例年12月に入って集合を始め1，2月に密集するが，3月には稀薄になる．4月中旬以降，産卵親魚群が来遊し6月末まで分布する．生物特性との関係からみて，越冬期は12月から翌年2月，産卵期は4～6月と設定できるが索餌期は明らかでない．東シナ海中・南部群については，成熟係数（K_G）の推移から産卵期は3月頃と思われるが，その他の生活年周期の実態は不明である．

九州西部群と鳥取沖群について索餌期は設定したが索餌期の動向はほとんどわかっていない．生活年周期と漁場形成との関連をみると，越冬場が年間を通じての主漁場となるが，索餌期では最近済州島南沖漁場（8～10月）を除き，まとまった漁場は形成されない．このことは北海道東部海域や東北海区にみられるような索餌回遊群を一定期間濃密に滞泳させる環境条件，特に顕著な潮境を形成させる水塊配置がこの海域には存在しないからと思われる．

2）系統群（集団）帰属

この海域で生活するマサバの集団帰属については，これまでにいくつかの知見がある[3,5,16,22,23,24]が，いずれも各研究者間で統一的な見解として合意されていない．もともと，系統群の分離は資源の増減とそれにかかわる分布域の拡大縮小によって変化する流動的，相対的なものであり，固定的なものではないと考えられている[25]．したがって，年代的な資源の変動に応じて，系統群について適切な評価がなされなければならない．

集団識別に際して，産卵場を中心とした海洋構造と回遊群の集合特性との関連に基づいた考え方はすでに報告している[5]ので，ここでは最近の生物特性の知見からの評価を検討する．まず，対馬沖群と五島西沖～東シナ海北部群は漁獲量の相補関係[1]，尾叉長組成，年齢と生長，相対生長および成熟の共通性がらみて，同一集団（九州西部群）に属することは明らかである．しかし，五島西沖～東シナ海北部群には，年によって尾叉長と頭長の関係で有意な差が現われるので，別の集団からの加入混合があることが想定される．

九州西部群と鳥取沖群を比較すると，尾叉長組成，年齢と生長にはほとんど相違がないが，鱗の輪の相対的位置，尾叉長と頭長の関係，肥満度の季節的推移，成熟盛期，および越冬群と産卵群の集合特性に相違が現われている．しかし，各発育段階での両者の交流が推定されており[3]，また，主なる生活領域が対馬暖流域であることから，大局的には両者とも対馬暖流系統群に属すると考えられるが，相互に異なった生物特性と分離，独立した産卵場をもっているので，生態や資源の研究を進めるに当っては，それぞれ独立した集団として取扱うのが妥当と思われる．東シナ海群については資料不足で，中・南部群と西部群の異同を明らかにすることができなかったが，九州西部群と比較すると，尾叉長組成，鱗長と尾叉長との関係，肥満度，尾叉長と頭長の関係，および成熟期に相違がみられ，それぞれ別の集団とみることができる．韓国の研究では，朴[26]によると，九州西部群，東シナ海中部群および東シナ海西部群の3つの系統群が想定されており，日本の研究結果と基本的にはほとんど変らない．

一方，最近の中国の研究では，全く別の系統群構造を想定した見解が発表されている．朱・他[27]によると，東シナ海，黄海および九州西部海域に分布するマサバは東シナ海中・南部，魚釣島北部および九州西部海域を越冬場とし，黄海の青島～石島，烟威および海洋島近海を主産卵場（一部は浙江省沖）とする同一集団と想定されている．このような見解は，最近のわが

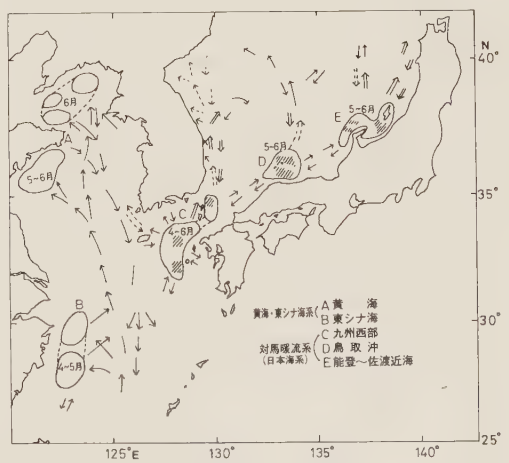


図 31．マサバ産卵場と回遊想定図（集団別）．飯塚[5]と朱徳山他[27]より改編

国の研究による知見[3,5,24]との間に大きな相違がある．中国側の研究は黄海の産卵場を中心とした生物調査と標識放流の再捕結果による解析であり，日本側の研究は九州西部群を中心とした標識放流，集合様式および生物特性の解析に根拠を置いているので，両国とも全海域を網羅した解析資料に欠けている．

多くの問題点があるなかで，中国側の研究が指摘している九州西部群と黄海産卵群との関係が最も重要な問題で，早急に解明が望まれるところである．そのためには，今後周辺関係諸国が共通な場に立った調査研究の展開と論議を行うことが必要であろう．したがって，ここでは今後の論議の素材として，現時点では黄海産卵群と九州西部群との間の関係は不明なものとして，図31に集団別の産卵場，回遊状況の想定図を提示しておく．

要　約

日本海南西海域から東シナ海におけるマサバは東シナ海系統群と対馬暖流系統群に帰属するものと思われるが，この海域には周年にわたって多くの局部的な漁場が形成されている．漁場毎の回遊群の尾叉長組成を検討した結果，組成の共通性，年代の変化および従来の知見から，表2に示した漁場群を設定することができた．年齢，生長，成熟等の生物特性について，主として漁場群の段階で比較検討を行った結果，下記の知見が得られた．

1) 九州西部群と鳥取沖群の尾叉長組成の経年変化をみると，1972～1974年代に尾叉長組成モード24・25cmから30～32cmへの変化が認められ，漁獲物は未成魚主体から成魚主体へと移行した．季節別にみると，冬，春季には成魚が主体であるが，夏季には成魚主体の年代でも未成魚が主体であった．

2) 九州西部群と鳥取沖群の0歳魚には発生時期が異なると思われる3～4群が出現し，とくに九州西部群では毎年これらの群を判別することができた．これらのうち発生主群は10年間中，第Ⅰ発生群が1回，第Ⅱ発生群が7回，第Ⅲ発生群が2回あったが，0歳魚の数量評価にあたっては，第Ⅱ発生群と後期発生群（第Ⅲ，第Ⅳ発生群）の出現動向に注意する必要がある．

3) 鱗による年齢査定によって漁場群別の年齢と生長が明らかになった．また，九州西部群の0歳魚については，尾叉長組成モードの季節推移を追跡することによって，年級別の生長傾向を推定することができた．九州西部群の生長傾向を検討すると，1967～1972年代と1977～1979年代では，ほとんど差異がみられない．

4) 相対生長を検討すると，九州西部群と鳥取沖群および東シナ海群との3者の間には，鱗長―尾叉長関係，輪の相対位置および尾叉長―頭長関係にそれぞれ統計的な有意差がみられる．また，肥満度の季節変化は生活年周期に対応し，各年級とも越冬期に低く索餌期に高い傾向がみられる．

5) この海域のマサバはⅡ歳魚から成熟するが，Ⅰ歳魚の一部（雄が多い）も成熟する．成熟盛期は年によって多少の相違がみられるが，東シナ海中・南部群では3月，九州西部群では4月中旬～6月上旬，鳥取沖群では4月下旬～6月下旬と推定され，南から北への時期のずれ（北ほど遅れる）がみられる．

年齢別にみると，九州西部群では雌雄ともに高齢魚ほど成熟が早まる傾向があり，K_G（成熟係数）も高齢魚ほど高い．鳥取沖群では雌雄，年齢にかかわらず，K_G のピークは5月に現われる．また，産卵親魚の抱卵数は，九州西部群では10～40万粒で，1969，1970年と1978，1979年ではほとんど変らない．

6) 餌生物（胃内容物）は，九州西部群では甲殻類，珪藻類，その他の動物，および魚類，東シナ海中・南部群では，甲殻類，その他の動物，および魚類の出現頻度が多かったが，胃内容物からみて，甲殻類とその他の動物が重要であると思われる．甲殻類は橈脚類，アミ類，およびオキアミ類が主体で，出現状況は成魚と未成魚でほとんど相違がみられない．

7) 以上より，各漁場群の生物特性の特徴は明らかになったが経年の変化は明確でなく，しかも各特性間にどのような関連性があるかを解明することができなかった．また，特性の変化と漁獲量との間には直接的な対応がみられなかった．

集団判別の要因については，従来の仮説を裏付ける若干の知見を得たが，中国側の研究結果とは見解の相違が著しい．今後は周辺各国の知見を検討，論議すると共に，共通な場に立っての調査研究が必要である．

文　献

1）飯塚景記・濱崎清一　1983：日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態—Ⅰ．漁場の変遷と漁獲量変動．西水研研報，(60)．31—55.

2）村上子郎・眞子　渺・能勢幸雄　1958：サバの形態的特性について．対馬暖流開発調査報告書，第4輯，9～19，水産庁.

3）大内　明・濱崎清一　1979：日本海西部・東シナ海におけるマサバの系統群．西水研研報，(53)，125～149.

4）渡部泰輔　1970：マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究．東海水研研報，(62)，1～283.

5）飯塚景記　1981：東シナ海・対馬暖流域のマサバ系統群について．昭和55年度漁業資源研究会議第13回浮魚部会議事録，103～108.

6）大内　明　1978：九州西・対馬東沖におけるマサバの年齢と成長について．西水研研報，(51)，97～110.

7）飯塚景記　1971：東北海区におけるマサバ未成魚の生態—Ⅰ．同一年級内の発生時期の異なるいくつかの群の検討．東北水研研報，(31)，98～108.

8）辻　　敏・花村宣彦　1955：サバの年令について（要旨）．対馬暖流開発調査第3回シンポジューム発表論文集，p. 7.

9）近藤恵・・黒田一紀　1966：サバ属魚類の成長—Ⅰ．マサバの年輪形質の比較．東海水研研報，(45)，31～60.

10）飯塚景記　1967：東北海区に来遊分布するマサバの年齢と成長について．東北水研研報，(27)，21～44.

11）江波澄雄　1958：サバの成熟と産卵生態．対馬暖流開発調査報告書，第4輯，35～47，水産庁.

12）立石新吉　1958：サバ生殖巣の組織学的研究．同上誌，第4輯，50～51.

13）浜崎清一　1963：サバ類の漁業生物学的研究．東シナ海アジ・サバ漁業対策調査研究報告，pp. 99～100，西海区水産研究所.

14）竹村嘉夫　1957：サバの卵巣卵のフォルマリン固定並びに成熟についての知見．東海水研研報，(15)，29～37.

15）小達　繁　1961：東北海区における稚魚の研究Ⅰ．マサバ．東北水研研報，(19)，98～108.

16）宇佐美修造　1968：サバの生態と資源．水産研究叢書，(18)，116pp.，日本水産資源保護協会，東京.

17）宇佐美修造　1973：マサバの資源学的研究—とくにマサバ太平洋系群の成魚について．東海水研研報，(76)，71～178.

18）山下秀夫　1957：九州西海域におけるイワシ・アジ・サバ類の餌料と相互関係について．西水研研報，(11)，46～55.

19）松井　魁・前田　弘　1958：食性調査．対馬暖流開発調査報告書，第2輯，92～101.

20）西村三郎　1959：1958年新潟県沿岸で漁獲されたマサバの餌料と摂餌生態．日水研年報，(5)，77～87.

21）林　景祺・杤　紀明　1980：烟台，威海和青島沿岸当年生鮐魚幼魚的摂食習性．海洋水産研究，No. 1，1～15.

22）笠原　昊・伊東英世　1953：サバの生態．漁業科学叢書，(7)，131pp.

23）花村宣彦　1958：マサバの洄遊．対馬暖流開発調査報告書，第4輯，53～68.

24）大川　浩　1975：東シナ海および日本海南西海域における大中型まき網の漁獲による標識放流結果について．西水研研報，(47)，15～50.

25）石垣富夫・加賀吉栄・北野　裕・佐野　蘊　1955：マイワシ数量変動の歴史．沿岸重要資源協同研究経過報告，21—91．北海道区水産研究所.

26）朴　炳夏　1977：고등어의系統群에關화研究．韓国水産振興院研報，(18)，43～83.

27）朱　徳山・王　为祥・張　国祥・李　富国　1982：黄海鮐魚（*Pneumatophorus japonicus* Houttuyn）漁業生物学的研究—Ⅰ．黄・渤海鮐魚洄遊分布的研究．海洋水産研究，(4)，17—31.

付表1. 年別，漁場別尾叉長組成の範囲とモード　　（ ）はサブモード　　単位：cm

年 ＼ 漁場 / 体長	九州西部 対馬沖		九州西部 五島西沖～東シナ海北部		九州西部 五島灘～天草灘		鳥取沖		東シナ海中・南部 クチミノセ		東シナ海中・南部 魚釣島		東シナ海西部 バーレン		東シナ海西部 済州島西部		薩南	
	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード	範囲	モード
1958	14～40	26 (33,15)	19～42	33 (29,30)	9～42	25 (32,23)												
1959	16～40	25 (33)	22～41	31 (27,35)	5～41	28 (21,13)			19～41	36 (32)	32～41	38 (44)					19～22	21
1960	18～34	26 (22,32)	21～41	31 (36,25)	17～38	24 (31)			26～42	34 (30,37)					28～41	34 (29)	25～39	26 (33)
1961	17～34	25 (28,20)	19～41	32 (24,37)	9～38	20 (28,33)			23～41	28,35							29～36	32
1962	9～39	27 (24)	20～41	30 (23)	4～37	22 (28,11)			26～42	35 (27,30)	28～32	31			27～39	29 (35)	22～34	26
1963	13～34	29 (24,18)	16～39	21,30	11～37	27 (24)			22～41	35,28	27～34	29			25～39	34	28～37	30
1964	5～39	24 (28)	18～41	30 (24)	5～37	22 (13)			22～40	26 (34)	23～32	25			20～39	26 (33)	26～31	27
1965	21～37	26 (29)	20～40	28 (25)	17～32	25 (22)			21～40	26 (33)	24～39	28			23～38	25 (30,34)		
1966	23～37	25	18～39	21 (27)	11～40	22 (25,30)	16～44	33,21 (28)	22～39	27 (35)	22～32	24 (27)			21～36	24		
1967	3～35	25 (15,7)	10～40	24 (29,33)	3～42	24 (11)	13～42	25 (19,34)	18～37	24 (29,33)	20～34	24 (28)						
1968	5～36	23 (27)	15～38	23 (33)	15～36	21,28	22～33	25 (29)	21～37	31 (26)	20～38	27 (31)	18～37	25 (30)			30～34	32
1969	4～38	24 (28)	19～39	24 (32)	15～35	25 (22)	17～40	29 (26,33)	22～35	27 (34)	19～38	25 (30)	15～40	30 (23)	27～34	32		
1970	11～41	25 (32,19)	14～39	28 (25)	3～38	19 (26)	5～38	26 (33,19)	22～39	28	15～38	28 (33,24)	19～39	30 (23)	16～35	18 (33)	14～34	21 (28)
1971	15～37	25	13～39	23 (32)	8～40	24 (30)	10～37	25 (32,20)	20～37	30 (23)	17～36	24 (31)	20～36	23 (30)	28～36	29	13～36	25 (14,29)
1972	13～40	27 (31)	15～40	30 (25,35)	15～35	22	12～42	32 (35,18)	22～36	30	18～38	28 (33,24)	17～35	29 (18)	29～37	33	11～39	30 (32,21)
1973	4～39	27 (32)	14～39	34 (22)	14～36	24 (18)	12～41	23 (19,32)	21～36	27 (32)	19～36	24			15～37	34 (27)	6～35	17,21
1974	20～39	33 (25)	19～41	32 (25)	19～36	25 (33)	16～42	33 (19)	26～35	28 (32)	23～38	28 (25,35)			28～38	31,35		
1975	20～40	35 (31,26)	23～41	36 (30,28)	12～32	14 (19)	9～42	24 (31)	21～33	26	22～36	27 (33)			24～36	29 (33)		
1976	16～41	31 (36)	22～40	35,26 (30)	21～32	24	19～40	31 (23)	26～30	28	20～32	22 (28)			28～33	30		
1977	22～41	30 (35)	23～39	30	17～36	24 (35,29)	17～40	29 (22)	22～37	24 (29)	23～37	31 (27,38)			19～37	27 (32)		
1978	20～38	30 (32)	17～40	30			9～44	30 (21)	23～37	27 (33)	23～35	30 (28)	24～34	30			11～42	34,20 (26)
1979	3～40	25,29	17～38	31 (25)	5～39	21 (26,32)	4～39	30 (27)	18～37	22,32	12～35	23	19～33	21 (27)			18～38	23 (31)
1980	10～41	28 (33)	18～41	32 (27)	12～41	30,23	9～40	32 (27,21)	21～38	32 (25)	17～35	26 (31)	19～36	27 (29,34)			11～39	24 (28,32)
1981	11～40	27 (21)	21～42	32 (27)	9～39	20 (27)	14～41	32 (22)	24～37	34 (29)	21～30	27	18～37	35 (21)			6～40	17 (25,35)
1982	8～40	21 (26)	18～40	33 (28)	12～40	27 (19)	10～39	25 (21,15)	13～39	34 (25)	23～36	32	26～34	28 (32)			11～40	19 (37,23)

付表2. 年別，季節別，漁場別尾叉長組成のモード　　（ ）はサブモード　　単位：cm

漁場	九州西部																東シナ海中・南部								東シナ海西部				薩南	
	対馬沖				五島西沖～東シナ海北部				五島灘～天草灘				鳥取沖				クチミノセ				魚釣島				バーレン		済州島西部			
月	1-3	4 6	7 9	10 12	1-3	4-6	7-9	10 12	1 3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7 9	10-12	1-3	4-6	7 9	10 12	1 3	4-6	7 9	10-12	7 9	10 12	7-9	10 12	1 6	7-12
1658		25	15		27,32			33 (22)	25 (32)		18 (23)	19																		
1959		26	28 (24)	24 (31)	33	27	30 (35)	31 (27)	28	27 (13)	21	32					32 (36)	37			38 (34)								20	
1960	27 (32)	27		23 (25)	33	30 (37)	31	32 (25)		31	24 (18)	25,33					34 (37)	30									38	35	33 (37)	26
1961	28	26 (34)		20,25	35	30 (35)	31	32 (24)	27	28 (18)	22	21 (32)					35,28											32	32	
1962	24	28	22 (29)	25	39 (35)	28 (31)	30 (24)	23 (30)	24	28 (11)	19 (30)	23					35 (27)	30 (36)						31				35	27	
1963	26	26	29 (24)	17 (32)		29	20 (27)	32 (21)	27	24 (29)							35	28 (36)						29				34		30
1964	24	29		28 (25)	27	31 (34)	31 (20)	30 (24)	25	6 (26)	21 (12)	21					26 (34)	27 (35)				26		25				26 (33)	27	
1965	25 (29)		26 (30)		39	27 (22)	28 (25)	24 (28)	27	25	22,27	25 (29)					26	27		27 (34)		28	28					25 (30)		
1966		26 (9)		25	28 (33)		21 (30)	22		30	19	22	33 (28)	28 (26)	21	35,24	27				25	28							24		
1967	26	24	15,25 (30)	25 (22)	33 (28)	25 (14)	22 (29)	25 (31)	25	12 (29)	21	24	24 (34)	35	19 (23)	27	(35) 24	26 (30)	29	24	24 (31)	25	28	24 (29)						
1968	22 (29)	26	18 (23)	24 (20)	25 (33)	29 (24)	23 (29)	23 (33)	28	28	21	22	29 (24)			25	31		29	31,23	24 (29)	27 (33)	27	27 (31)	22 (25)	26 (30)			32	
1969	24	28	23 (29)	31 (24)	25 (35)	25 (34)	27 (33)	29 (23)	21 (24)	26	28 (25)	22 (31)	34 (24)	28 (26)	29 (22)	26 (31)	(26) 27				21	25		30 (25)	28	23,30	32			
1970	25	25 (32)	31 (19)	24 (32)	28 (25)	31 (34)	17,28	30 (23)	27 (33)	28 (13)	19 (16)	23	34,26	27	13 (30)	26 (33)	(34) 28	26 (36)	28	34	24 (35)	29	27	31 (26)	30	31 (23)		18 (33)	25,29	21
1971	23 (33)	27	27 (21)	22 (30)	23 (32)	23 (33)	19 (27)	23 (33)	24	25	22 (30)	21	22 (32)	25 (33)	29 (12)	20 (25)	31	23	30		23	31,24	25		23 (28)	31 (22)		29	29,25 (33)	14,31 (26)
1972	25	27 (10,33)	30 (16)	31 (26)	30 (25)	28 (25)	30 (19)	21,33	23		22 (30)	21	32 (24)	35	15 (30)	18 (32)	(27)	30				24 (31)	28 (33)		29 (32)			33	30 (17)	21,25
1973	24 (32)	25 (33)	29 (17)	21,36 (31)	32 (22)	32 (23)	34 (23)	32 (23)	23	27 (32)	23 (18)	22	25 (35)	24 (36)	18 (29)	20 (32)	32		27			23	25	22			34	35 (32)	12 (33)	17
1974	32 (36)	35 (26)	28 (35)	30 (34)	32 (26)	24 (33)			27	33 (25)	24		32 (22)	33 (38)	21 (31)	19 (34)	28				28 (35)	25	28	27			31 (35)	35,32		
1975	35 (31)	34 (25)	26	30 (36)	32 (26)	36	28			14		19	21,31	24 (32)	12 (25)	30 (36)	(32)		26	24	27		33	24			29 (33)	30 (35)		
1976	31 (36)		30 (19)	31 (38)	25 (31)	29 (37)	27	34	24	26		24	31 (23)	32 (25)		32			29	27				22 (28)			30			
1977	31 (35)			30	36 (32)		29	33,29	24 (35)	24	23 (29)		27 (34)	32,26		22,30				24 (29)	31 (36)			27				27 (32)		
1978	29		32 (28)	31 (22)	31 (25)	29 (35)	29	30					30	29	16 (28)	21,30	25	27 (33)					28	31	30				34,37 (28)	20,24 (12)
1979	31 (25)	28 (6)	29 (25)	25 (30)	21 (31)	21 (32)	24 (21)	21 (29)	32 (23)	26 (32)	21	21 (27)	30 (26)	30 (26)	28 (17)	21 (31)	22,33					25 (14)	23 (27)	23 (28)	21 (27)				23,24 (31)	23,25 (30)
1980	30 (24)	27 (12)	28 (17)	33 (20)	33	27 (31)	30	34 (29)		26 (31)	30 (15)	22 (25)	29 (25)	31 (20)	32	26 (32)					30 (24)	31 (27)	26 (21)		27	29			32,13 (25)	24,23 (28)
1981	24 (29)	27 (19)	27 (19)	20 (26)	32 (25)	37,25	29	29 (34)	32,23	27 (34)	18 (27)	21	31 (22)	32 (28)	29 (34)	35 (32)	34	29	25				27	26			35 (21)		25 (35)	17,19 (35)
1982	21 (31)	26 (22)	29 (17)		32 (23)	28 (34)	33			28	19 (14)		21 (30)	25	15 (19)		(27) 34	27 (35)			32				28 (32)				36,37 (28)	19

付表3．生物特性の総括

生物特性	項目	鳥取沖	九州西部	東シナ海（中・南部）	備考
尾叉長組成	年代区分	第1期（1966～'73年） 第2期（1974～'80年）	第1期（1958～'65年） 第2期（1966～'71年） 第3期（1972～'80年）	①クチミノセ群—第1～第4期 ②魚釣島群—第1～第3期	九州西部群の対馬沖群と五島西～東シナ海北部群は変化期がほぼ一致する
	変化の特徴	未成魚（モード29cm以下）主体→成魚主体 7～9月は未成魚主体	未成魚・成魚→未成魚主体→成魚主体 7～9月は未成魚主体	①成魚主体→未成魚主体→成魚・未成魚→未成魚主体 ②未成魚主体で組成の変化	九州西部群の五島灘～天草灘群は全期未成魚主体（モード24cm）
	発生群の検討	3～4発生群 発生主群は第Ⅱ発生群が多い	3～4発生群 発生主群は第Ⅱ発生群が7年級，その他が3年級		第Ⅲ，第Ⅳの後期発生群の分布量に注目する必要がある
年齢と成長	生長式	$Lt=367(1-e^{0.77(t-0.16)})$ $S=34.94\cdot0.74^t$　S：標準偏差	$Lt=399(1-e^{-0.56(t+0.47)})$ $S=39.94\cdot0.68^t$	$Lt=371(1-e^{0.78(t+0.20)})$ $S=41.25\cdot0.72^t$	九州西部群では1971～'72年の結果とほとんど変らない
	Ⅰ～Ⅲ歳魚の生長傾向	Ⅱ，Ⅲ歳魚 1969～'74年　やや良 1975～'81年　やや不良	Ⅱ，Ⅲ歳魚 1969～'74年　やや良 1975～'81年　やや不良		Ⅰ歳魚には経年変化がみられなかったが，発生群別の検討が必要
	0歳魚（発生主群）の生長傾向	1965～'72年代と1973～'79年代ではほとんど変らない	最近の年級群（1977，'78，'79）がやや不良		太平洋系群に比べ年級間の生長の差は小さい
	尾叉長—体重関係	回帰係数は季節，経年変化を示す	回帰係数は7～9月に高い 経年変化の幅は比較的小さい	回帰係数は他群よりやや高い	全体的にみて回帰係数には各季節間，漁場群間の差が明確でない
相対成長	肥満度	季節変化（12～2月低，5～8月高） 経年変化（1976，'77年低）	季節変化（1～3月低，6～10月高） 経年変化 1976，'77年低，'78年高	季節変化は明確でない 他群よりやや高い	季節変化はⅠ歳魚でもっとも明確であった
	尾叉長—鱗長関係	経年変化はほとんどみられない 成魚と未成魚との差はみられない	経年変化はやや認められる 年によって成魚と未成魚との差がある	回帰係数は他群よりやや高い	五島西～東シナ海北部群では年による差の有意性がみられる→他漁場群の混入の可能性
成熟	成熟期	産卵盛期—4月下旬～6月下旬 経年変化（旬単位）が認められる	産卵盛期—4月中旬～6月上旬 経年変化（旬単位）が認められる	産卵盛期—3月	Ⅱ歳魚（一部Ⅰ歳魚）から成熟し高齢魚ほど成熟期が早くなる
	抱卵数		10～40万粒（K_G 7以上） 1969，'70年代と1978，'79年代の差なし	10～50万粒（K_G 7以上）	年齢による相違は明らかでない
餌生物	胃内容物	甲殻類主体，その他の動物，魚類主体で軟体類は少ない	甲殻類，珪藻類，その他の動物が主体で軟体類は少ない	甲殻類，その他の動物，珪藻類が主体で軟体類は少ない	未成魚ではその他の動物の出現が多い
	主要餌生物	甲殻類　アミ類，櫓脚類 魚類　キュウリエソ，カタクチイワシ	甲殻類—櫓脚類，アミ類，オキアミ類 その他の動物—ベントス類	甲殻類—アミ類，ソコシラエビ主体 その他の動物—ベントス類	その他の動物の秤の同定および主要餌生物の経年変化が今後の問題点
まとめ		尾叉長組成の変化期（1974年）は明確であるが，その他の生物特性の変化は明らかでない 餌生物ではキュウリエソの出現が特徴	尾叉長組成の変化期（1972年）が明確で，その後1975年頃から生長傾向にやや変化が見られる．相対生長，成熟では他群との間に相違がみられる	尾叉長組成の変化は明確ではない．生物特性では東シナ海西部群と類似性がある	鱗長と尾叉長との関係には各群間に相違がみられる．また，輪紋の相対位置では九州西部群と鳥取沖群の間に相違がみられる

西水研研報　第63号，昭和61年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 63. March, 1986

東シナ海産ワニエソの年齢と成長

濱　田　律　子*

Age and Growth of the Lizard fish, *Saurida wanieso* SHINDO et YAMADA, in the East China Sea

Ritsuko HAMADA*

Age and growth of the East China Sea lizard fish, *Saurida wanieso*, were examined by the scale-method, based on a total of 2,901 fish collected during the period from May, 1976 to April, 1977: The age mark on scale was definable with the "cutting-across" type of ridges. The ridge formation in basal part of the covered portion of scale was noted in the scale reading. The standard mark sizes ($\bar{r}_n$) were estimated from the relationship between the fork length (L) and the representative mark size ($\hat{r}_n$) of the fish sampled monthly. The periodicity of mark formation was indicated with Walford's plot. The trend of monthly change in the marginal growth index, $(\hat{R}-\hat{r}_n)/(\hat{r}_n\ \hat{r}_{n-1})$ suggested that the principal mark forming period extends from September to January. Growth of the lizard fish was expressed by the following equations,

$L_t=664.9\ (1-e^{-0.280t-0.050})$ for females, and $L_t=436.2\ (1-e^{-0.392t-0.094})$ for males, where, t is age in year. Males older than 4 years of age could be hardly found among commercial catches. The relationship between fork length (L, mm) and body weight (W, g) was expressed as follows,

$W=2.642L^{3.372}\cdot10^{-3}$ for months, January to April, $W=4.058L^{3.216}\cdot10^{-3}$ for months, May to July and $W=4.316L^{3.232}\cdot10^{-3}$ for months, August to December.

以西底びき網漁業にとってエソ類**は重要な資源であり，魚種別漁獲量での順位は過去20年間以上にわたってほとんど常に6～7位を占めている．一方，生態学的側面からみると，エソ類はハモとならんで，近年の東シナ海・黄海の底魚類の中では最高位の捕食者であり，底魚群集における食物関係を通じて，他種と深

**東シナ海・黄海で漁獲の対象となっているエソ類にはワニエソ *S. wanieso* SHINDO et YAMADA の他にマエソ *S. undosquamis* (RICHARDSON) 及びトカゲエソ *S. elongata* (TEMMINCK et SCHLEGEL) があり，漁獲統計上は〝エソ類〟として集計されている．東シナ海で漁獲されているエソ類の多くはワニエソとみられる．

昭和61年1月10日受理
西海区水産研究所業績第425号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 425)

* 西海区水産研究所　〒850 長崎市国分町49 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu machi, Nagasaki 850, Japan)

い係りをもっていると考えられる[1]．

このような点からみてエソ類について，成長や成熟等の生物学的知見を充実することは漁業生産上からだけでなく，漁場生物の群集生態学的研究にも極めて重要であると考えられる．

東シナ海におけるエソ類の主体であるワニエソの年齢と成長については既に岡田・久新[2]によって研究が行われているが，長年にわたる数量変動の機構を考察するためには，近年におけるワニエソの年齢や成長についても検討を加える必要があると考えられるので本研究を実施した．

材 料 と 方 法

年齢査定のための魚体標本は，1976年5月から1977年4月までの間に，長崎港に水揚げされた以西底びき網漁業の漁獲物から各月ごとに採集した．供試個体数は雌2,006尾，雄895尾である．漁獲物は魚体の大きさ

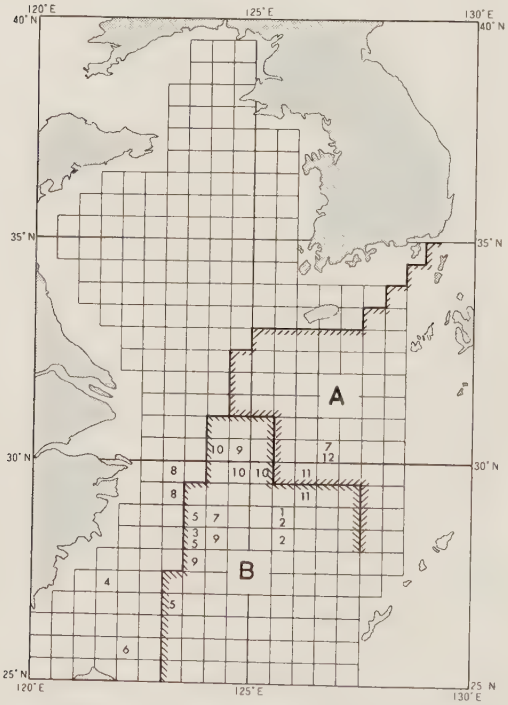


Fig. 1. 漁場区分と標本の採集範囲．区域Aは統計漁区Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ区に，また区域Bは統計漁区Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ区に対応している．図中の数字は標本の採集月を示す．

Map showing the east China Sea fishing areas A and B, and the coverage of sample collection.

Area A and Area B may respectively relate to the eastern and the western subpopulation[2,3]. The figure indicates sampling month in a year.

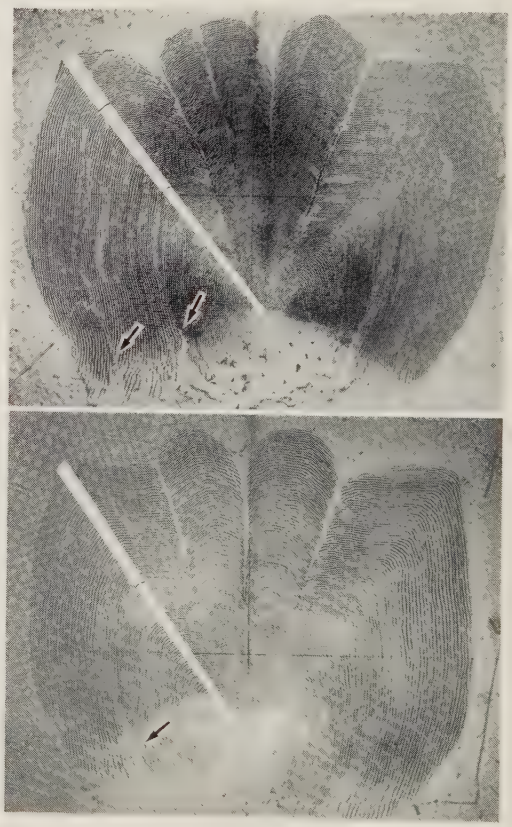


Fig. 2. ワニエソの鱗（被覆部）の年齢標示とその測定軸．矢印は年齢標示の特徴がよく表われている部分を示す．

下：雌，体長266 mm，1976年12月漁獲

上：雌，体長328 mm，1976年12月漁獲

Scale pattern of lizard fish, showing age mark and its measuring axis. Arrow shows the indicative part of the age mark.

The scale was taken from female 266 mm in fork length (below), and female 328 mm in fork length (above) caught in December, 1976.

によって大まかに特大，大，中，小，豆，ジャミの6銘柄に分けられている．魚体標本を採集する際には，できるだけ多くの銘柄から入手できるよう心がけた．既往の知見によると，東シナ海の東部水域（Fig. 1 のA，統計漁区Ⅰ～Ⅲ区）と西部水域（Fig. 1 のB，統計漁区Ⅳ～Ⅵ区）とで，ワニエソの成長や成熟生態には違いがみられ[2]，それらはそれぞれ九州近海系統群及び東シナ海系統群に大別されている[3]．本研究での供試標本はほとんどすべてが西部水域で漁獲されたものであり，研究を進める上で，水域による差は特に考慮しなかった．年齢査定には鱗を用いた．鱗は原則として背鰭前端と側線の間の中央部から採取した．採取した鱗は軽く水洗した後，ガムカードに張り，塩化ビニール板と重ねて油圧装置によって加熱加圧し，鱗表面の構造を塩化ビニール板に転写し，観察標本とした．標本の観察測定には投影器を用いた．

年齢標示は次の2つの特徴によって規定したが，特に2）の特徴を重くみた（Fig. 2）．

1）鱗の前側部～側部において，隆起線がそれに隣接する外方の隆起線によって切断され，この「切断」が一部又は連続的に条（streak）[4]を形成する．

2）同心円的に形成されていた隆起線は露出部と被覆部の境界付近で短かくなり，一部は外方に流れる形状を呈する．また，この部位で隆起線の切断も顕著であることが多い．

上記1）の特徴は岡田・久新[2]のA型及びB型輪（標示）の特徴にほぼ相当し，そのような特徴をもつ標示の出現割合は50～60%程度であったが，2）の特徴をとり上げることによって全体の70～75%程度について標示の測定を行うことができた．なお，鱗によっては複数の標示がごく近接して形成されている場合もあるが，その出現率は特に高くなかった．鱗径及び標示径は前側軸上で測定した（Fig. 2 参照）．

結　　果

標示径の標準化：まず尾叉長（L，以下体長という）と鱗径（R）との関係を求めた．両者の間には直線的な関係が認められ，次式によって表わされた（Fig. 3）．

$\hat{R}=0.0165L+0.780$　但し，$\hat{R}$ は体長（L）に対応する鱗径の標準値

なお，岡田・久新[2]は，L-R 関係を指数曲線で示しているが，体長200～550㎜の範囲ではその関係は直線に適合すると考えられた．

つぎに鱗径の個体差によって生ずる標示径の偏りを取り除くため，各個体について得られた標示径の測定

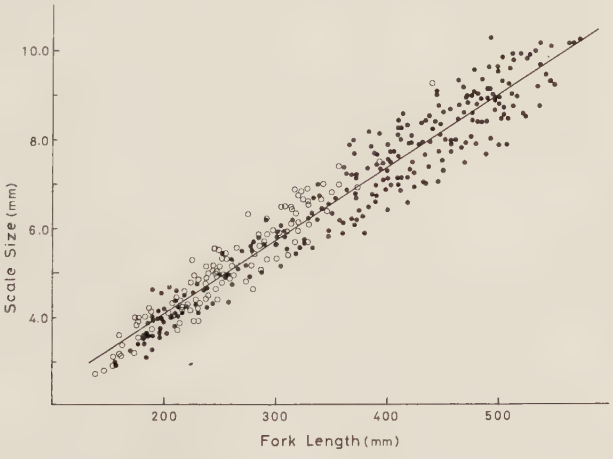


Fig. 3.　体長と鱗径の関係．● 雌，○ 雄
Relationship between fork length (L) and scale size (R).
● female, ○ male, R=0.0165L+0.780, or L=60.606R−47.272

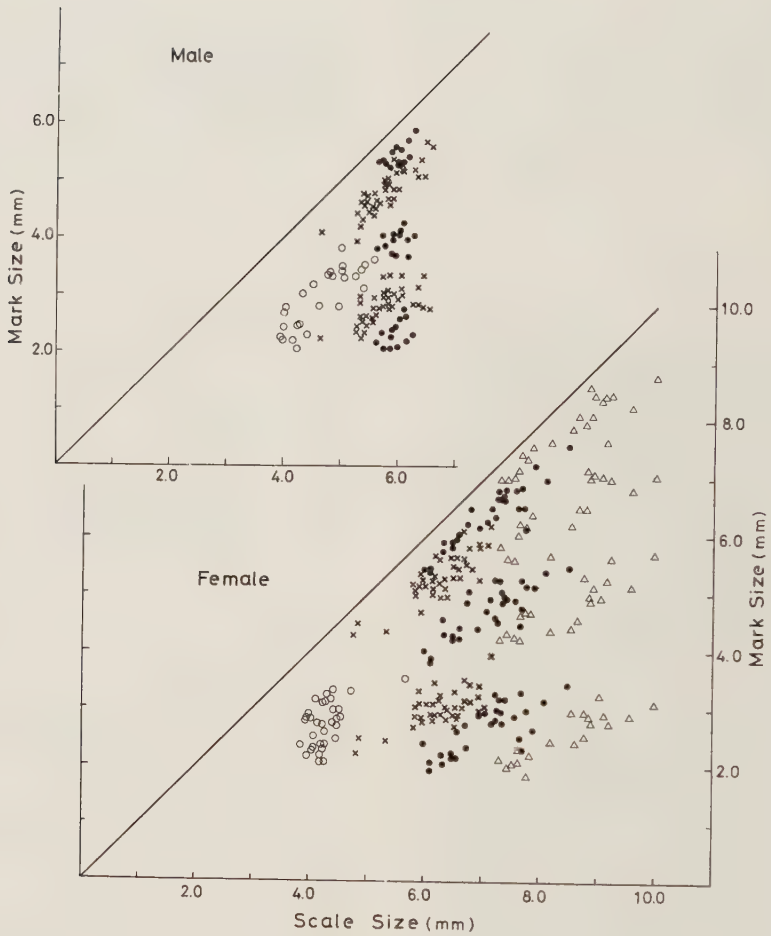


Fig. 4. 鱗長と標示径の関係．1977年3月，雌（下），雄（上）
○ 1標示群，× 2標示群，● 3標示群，△ 4標示群
Relationship between scale size (R) and mark size (r_n) for females (below) and males (above), sampled in March, 1977.
○ one-mark, × two-mark, ● three-mark and △ four-mark group.

値（r）に $\hat{R}/R$ を乗じて標準化した．以後の検討には標準化された標示径を用いた．

鱗径と標示径の関係：各標示群について代表的な標示径を求めるため，月別，雌雄別に鱗径と標示径の関係を求め，その一例を図示した（Fig. 4）．それによると，各標示群についてそれぞれの鱗径範囲内で，鱗径と標示径との間に45°の線にほぼ平行する直線的な関係が認められ，同一時期の同一標示群（標示形成が一定時期に行われるとすると，年級群に相当する）内においては鱗径（又は体長）が大きいものほど大きい標示径をもつことが分った．この結果に基づいて標示群別に鱗径及び標示径の中央値（ただし著しくかけはなれた値を除く）を求め，それを各月における標示群別の各標示の代表標示径（$\hat{r}_n$）とした．また，それら標示径の代表値に対応する鱗径を各標示群の鱗径の代表値（$\hat{R}_n$）とした．

体長と標示径の関係：上記のようにして求めた月別の各標示径の代表値を用いて体長（L）と標示径（$\hat{r}_n$）の関係についての検討を行った（Fig. 5）．標示径に対応する体長は前記 $\hat{R}_n$ から L-$\hat{R}$ 関係式を用いて算出

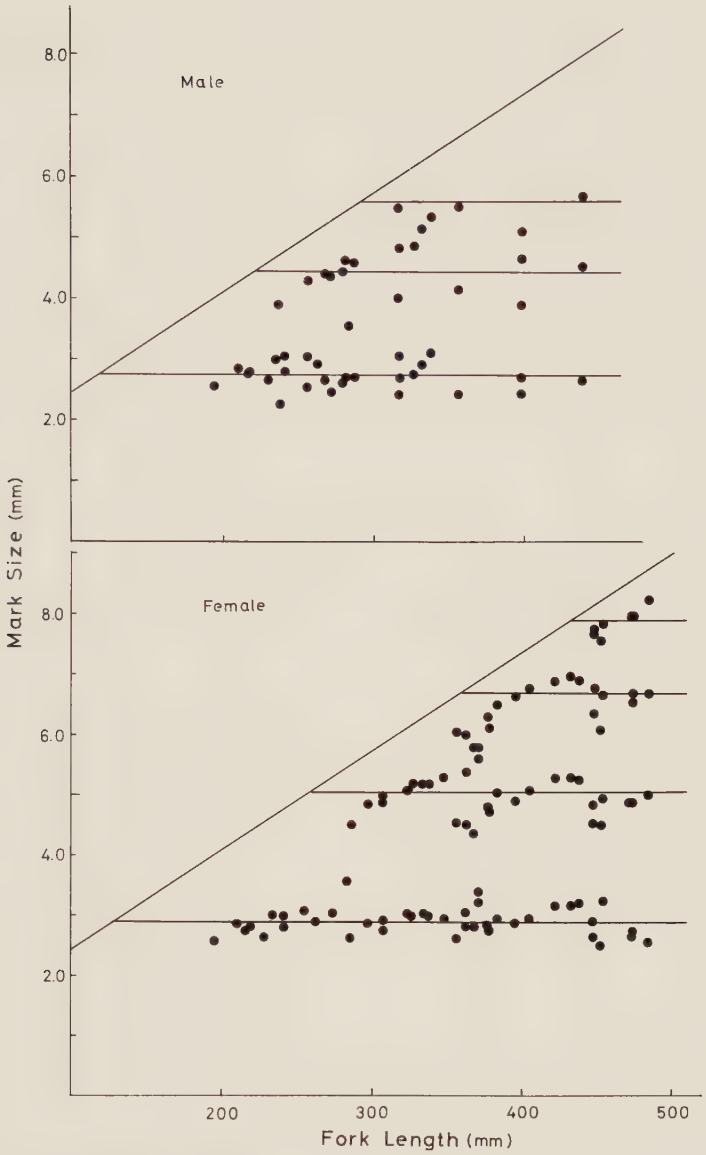


Fig. 5. 体長（L）と標示径（r_n）の関係．雌（下），雄（上）
標示径は各年級群の月別の代表値（$\hat{r}_n$）で示してある．
Relationship between fork length (L) and mark size (r_n) in females (below) and males (above).
Mark size is plotted with monthly representative value ($\hat{r}_n$) for each year class.

した．L-$\hat{r}_n$ 関係によると，各標示についてそれぞれ独立に，X軸に平行な直線で示される関係が得られた．このように，各標示径は体長に関係なく一定の値を示すことが分ったので，雌雄それぞれについて L-$\hat{r}$ 関係によって示される標示径を標準標示径（$\bar{r}_n$）とし，それを L-$\hat{R}$ 関係に適用して各標示の形成時の体長（l_n）を求めた（Table 1）．

標示形成期：標示形成時の体長を Walford の定差

Table 1. 月別・標示群別・標準標示径及び標示形成時体長
Summary of the mark size ($\hat{r}_n$) estimated by months, the standard mark size ($\bar{r}_n$) and the corresponding fork length (l_n).

U : mm

	Female						Male				
Month	F. L	$\hat{R}$	$\hat{r}_1$	$\hat{r}_2$	$\hat{r}_3$	$\hat{r}_4$	F. L	$\hat{R}$	$\hat{r}_1$	$\hat{r}_2$	$\hat{r}_3$
Jan	210	4.25	2.86				210	4.25	2.86		
	298	5.70	2.87	4.87			256	5.00	2.53	4.28	
	362	6.75	2.80	4.52	6.00						
	447	8.15	2.66	4.55	6.36	7.70					
Feb	219	4.40	2.82				219	4.40	2.82		
	307	5.85	2.76	4.87			271	5.25	2.47	4.38	
	377	7.00	2.77	4.82	6.11						
	453	8.25	2.50	4.50	6.12	7.54					
Mar	216	4.35	2.80				216	4.35	2.80		
	327	6.17	3.00	5.21			286	5.50	2.72	4.60	
	396	7.32	2.91	4.90	6.63		316	6.00	2.41	4.00	5.50
	473	8.59	2.76	4.85	6.53	7.90					
Apr	241	4.75	2.88				241	4.75	2.88		
	335	6.30	3.04	5.20			292	5.60	2.70	4.64	
	377	7.00	2.75	4.80	6.30						
May	216	4.35	2.77				216	4.35	2.77		
	307	5.85	2.92	4.94			268	5.20	2.60	4.40	
	368	6.85	2.70	4.35	5.78		298	5.70	2.42	3.88	5.13
Jun	229	4.55	2.66				228	4.55	2.66		
	326	6.15	3.00	5.10			280	5.40	2.60	4.45	
Jul	241	4.75	2.90				241	4.75	2.90		
	338	6.35	3.00	5.18			298	5.70	2.70	4.67	
	383	7.10	2.96	5.07	6.50		338	6.35	2.65	4.55	5.72
	474	8.60	2.67	4.90	6.70	7.98					
Aug	256	5.00	3.05				256	5.00	3.05		
	347	6.50	2.94	5.30			316	6.00	2.68	4.82	
	404	7.45	2.97	5.08	6.78		356	6.65	2.43	4.15	5.52
	483	8.75	2.55	4.98	6.78	8.25					
Sep	262	5.10	2.90				262	5.10	2.90		
	362	6.75	3.05	5.38			326	6.15	2.77	4.86	
	423	7.75	3.17	5.30	6.87						
Oct	274	5.30	3.05				274	5.30	3.05		
	371	6.90	3.23	5.60			332	6.25	2.92	5.14	
	432	7.90	3.17	5.27	6.98						
Nov	283	5.45	3.57				283	5.45	3.57		
	371	6.90	3.40	5.80			338	6.35	3.10	5.34	
	438	8.00	3.20	5.25	6.92						
	453	8.25	3.24	4.97	6.65	7.85					
Dec	195	4.00	2.57				195	4.00	2.57		
	286	5.50	2.62	4.50			238	4.70	2.27	3.90	
	356	6.65	2.70	4.56	6.04						
	447	8.15	2.93	4.83	6.78	7.68					
		$\bar{r}_n$	2.90	5.05	6.70	7.90		$\bar{r}_n$	2.75	4.45	5.60
		l_n	128	259	358	432		l_n	118	222	292

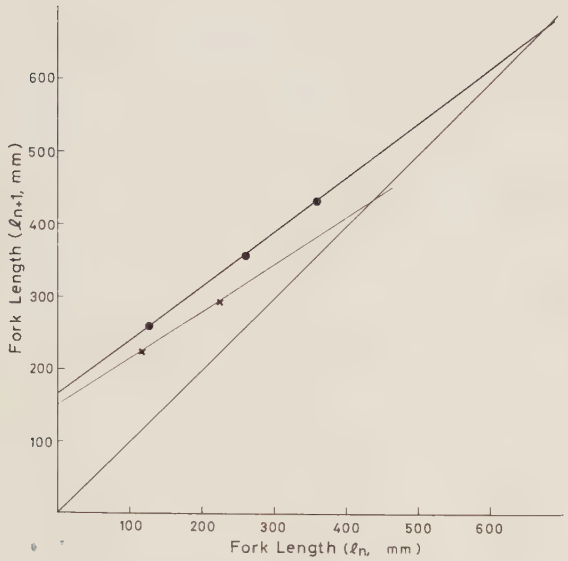


Fig. 6. 標示形成時体長の定差図. ● 雌, × 雄
Walford's plots of mark-forming fork length. ● females, × males.

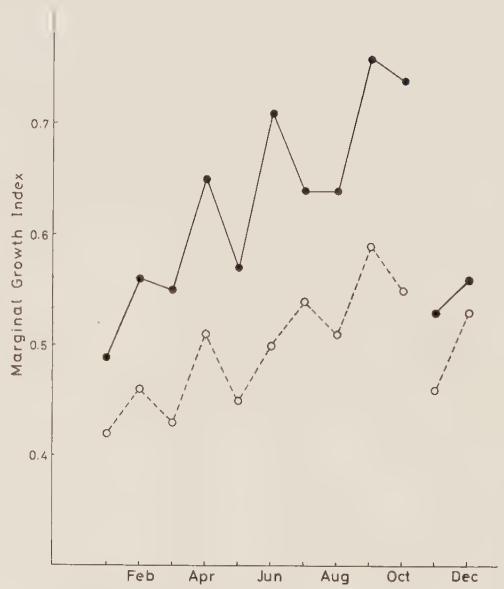


Fig. 7. 鱗の縁辺成長率 $((\hat{R}-\hat{r}_n)/(\hat{r}_n-\hat{r}_{n-1}))$ の月別変化. ●—— 1標示群, ○---2標示群
Manthly change of the marginal growth index, $((\hat{R}-\hat{r}_n)/(\hat{r}_n-\hat{r}_{n-1}))$.
●—— one mark group, ○- - two mark group.

図法によって検討した. 雌については3点しか得られていないが, 各点は直線に良く適合し, 標示形成には明らかな周期性が認められた (Fig. 6). また, 雄では2点しか得られなかったが, 雌と同様直線に適合すると考えた. 得られた関係式は次の通りである.

雌：$l_{n+1}=0.7563\,l_n+162.04$

雄：$l_{n+1}=0.6731\,l_n+142.58$

標示の形成時期を調べるために, 資料が各月にわたって得られている1標示群および雌の2標示群について縁辺成長指数, $\alpha=(R-r_n)/(r_n-r_{n-1})$, の月別変化を検討した (Fig. 7). 指数は月によってかなりばらつくが, 全体的な変動傾向からみて, 9月から翌年1月にかけての期間が標示形成期であろうと推定した. 本調査において用いた9～1月の資料はいずれも月末に採集されており, その期間の中間にあたる12月を標示形成の最盛期とした.

成長：定差図による検討結果からみて, 本種の成長は指数曲線型であり, また, 第1標示の形成は発生後1年以内であろうと考えられる. 一方, 山田[5]によると, 本種の産卵は3月から6月にかけて行われ, 盛期は4～5月とみられる. また, 本研究で用いた標本について測定した結果においても, 生殖巣重量は4～5月に最大値を示した. それらの知見を考慮して, 成長の起点を5月1日とし, また上記の結果から標示形成時を12月1日として, 標示形成時体長を用いて成長式を求めた. 得られた成長式は次の通りである.

雌：$L_t=664.9\,(1-e^{-0.280t-0.050})$

雄：$L_t=436.2\,(1-e^{-0.392t-0.094})$

性比：月別, 年齢群別に性比 (雌と雄の合計に対する雌の出現割合, %で示す) を求めた (Table 2). 1～2歳群については, 月別変動に特定の傾向は認められなかった。年間を通してみると, 1歳群では雌雄の比は1：1に近いが, 年齢が増すにつれて雌の割合が増加する. この傾向は3歳の後半から特に顕著で, 4歳以上はほとんど雌のみとなる. 本種について雄から雌への性転換がある事実はこれまで知られておらず, 一方, 年齢にともなって雌のみが漁獲されるようになるとは考え難い. 年齢とともに雌の占める割合が増加することについては, 岡田・久新[2]によっても指摘されているように, 雌雄による寿命の差によるものではないかと考えられる.

Table 2. 年 齢 群 別 性 比 (雌%)
Sex rattio, by months and age groups, based on the samplings from commercial catches, May 1976 to April 1977. Sex ratio is expressed by the percentage occurence of females to the total of females and males.

Age group / Month	1		2		3		4	
	n	Female(%)	n	Female(%)	n	Female(%)	n	Female(%)
Jan	85	83.5	85	58.8	36	83.9	21	100
Feb	56	75.0	59	69.5	36	88.8	37	97.3
Mar	56	55.4	133	51.1	77	81.8	25	100
Arp	82	37.8	121	84.3	53	96.2	4	100
May	43	41.9	68	70.5	68	89.7	11	100
Jun	38	10.5	95	49.2	48	72.9	9	88.9
Jul	61	73.8	68	80.9	51	84.3	18	100
Aug	96	24.0	88	53.4	78	66.7	16	100
Sep	132	44.7	62	72.6	47	91.5	10	100
Oct	138	58.7	74	82.4	22	100	4	100
Nov	70	61.4	86	83.7	31	100	13	100
Dec	127	73.2	127	83.5	41	87.6	—	—
Total	984	55.0	1,066	69.0	588	85.5	168	98.8

体長と体重の関係：体長と体重の関係を月別，雌雄別に求め，相互に比較した．まず，雌雄間の比較を行った．それによると傾斜に関して2，4，8月の間で有意差（危険率1%）が認められたが，分散比は最大で8.47であり，その差は僅かであった．5月と6月では高さに差が認められた．これは5～6月が産卵期に当たり，生殖巣の発達が雌の体重を大きくしたためであろう．しかし，雌雄による差は次に述べる月間の差に比べると小さく，期間を限れば特に雌雄を区別する必要はないと考えられる．

つぎに雌雄をこみにして月間の比較を行った．傾斜については1～4月及び8～12月のそれぞれの期間内では月間の差は認められなかった．5～7月は期間内及びその他各月との間に差が認められる場合が多く，特に7月はどの月とも差が認められた．高さの比較では1～4月のうち，1月と4月，2月と3月の間では差が認められなかった．また，8～12月では8月を除くと月間の差はなかった．8月は11月との間でのみ差が認められなかった．

以上を総合すると1～4月，5～7月及び8～12月の各期間は大まかにみて体長—体重関係でのまとまりがあると考えられたので，それぞれの期間（季節）について関係式を求めた．

1) $W=2.642L^{3.372}\cdot10^{-3}$，1～4月

2) $W=4.058L^{3.216}\cdot10^{-3}$，5～7月

3) $W=4.316L^{3.232}\cdot10^{-3}$，8～12月

銘柄と体長の関係：既述のように漁獲物としてのワニエソは魚体の大きさによって特大，大，中，小，豆，ジャミの6銘柄に分けられている．漁獲物の銘柄組成は体長組成を知るための手がかりとして重要であるので，今後の研究のための参考として，入手された標本について銘柄別の体長範囲を求め，各年齢群の体長範囲及び体長組成と併せて Fig. 8 に示した．各年齢群の体長範囲は，前記の成長式による月別の推定値を中心に各標示群のほぼ70%が含まれるように設けた．Fig. 8 に示されるように，銘柄区分は月によってかなり違いがみられ，体長や各年齢群或いは標本体長組成における各モード群との間に特定の対応関係は認め難かった．

本種における銘柄区分は他魚種例えばキグチ[6]に比べてかなり不安定であるとみられ，したがって銘柄を体長に変換するためには，銘柄別の体長組成についてあらかじめ月別（或いは季節別）に充分な検討を行っておく必要があると考えられた．

既往の知見との比較：ワニエソの鱗相（scale pattern）は単純でなく，同一個体から採取された鱗でも輪（標示）のあらわれかたが同一でないという指摘がなされている[2]．この指摘からも推察されるように，

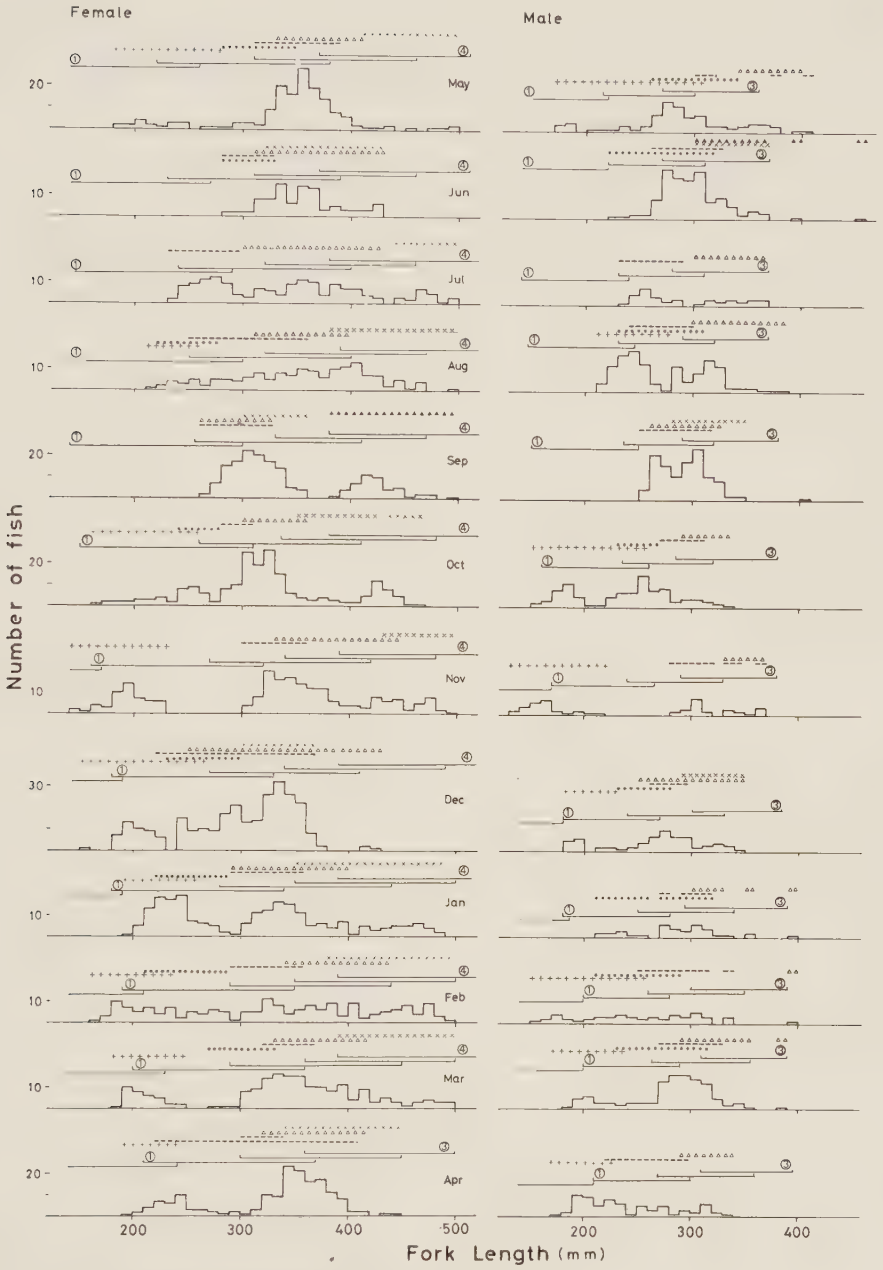


Fig. 8. 銘柄別の体長範囲と年齢群別体長範囲及び標本体長組成との関係
＋ジャミ，●豆，—小，△中，×大，▲特大，①～④1～4年齢群
Range of fork length for each market size category, compared with that for each age group and the length frequency of sample fish.
＋ off sized, ● smaller, — small, △ medium, × large, ▲ extra large, in the market size category. ①～④ one-age group～ four age group.

ある標示が欠落していたり，本来同一である標示が重複して形成されている場合も少なくないと思われる．このため，同一時期に採集された同一年級群が異なる年級群として取扱われる可能性も大きいと考えられる．それらは，いずれも成長推定に誤差を与えるものであり，標示径の測定値を機械的に処理することは好ましくないと考えられた．本研究においては標示形成の不安定さや，標示径の変動が大きいことによって生ずる成長推定上の誤差をできるだけ排除した．即ち，L–$\hat{R}$, R–$\hat{r}$, L–$\hat{r}$ などの関係に基づいて標示径の吟味を行い，集団としての標準的な標示径 $\bar{r}_n$ を推定した．

このようにして得られた各標準標示径 $\bar{r}_n$ を，岡田・久新[2]による結果と比較すると，両者の間には差が認められ，本研究の推定値はかなり小さく評価されている．しかし，各標示径を定差図によって検討すると，雌における関係は両者ともほぼ一致し，成長傾向そのものには実質的な差はないと考えられた．また，雄ではそのような一致はみられなかった．両推定結果の違い，特に雌における違いは，標示形成期に関する推定の違いによるものとみられる．この点については両者の標示径測定値の処理方法の違いにも関係があると考えられるが，過去の報告に関する原資料がないため，その検討は行えなかった．

謝 辞

この研究を進めるに当たり，終始御指導を賜わり論文の校閲を頂いた西海区水産研究所資源部前底魚資源第2研究室三尾眞一室長，有力な御助言と校閲を頂いた浮魚資源第1研究室竹下貢二室長に厚くお礼申し上げる．また，報告のとりまとめに当たり，西海区水産研究所資源部森田祥部長には多大の御援助と校閲を頂いた．記して心から謝意を表する．

要 約

東シナ海産ワニエソについて鱗による年齢査定を行い，成長を推定した．

1) 隆起線の「切断」によって形成される標示を年齢標示として規定した．標示の特徴としては，鱗の露出部と被覆部の境界部における隆起線の形成状況を重視した．

2) 鱗径（R）と標示径（$\hat{r}$）の関係に基づいて，標示群別に各標示径の代表値（$\hat{r}_n$）を推定した．

3) 体長（L）と標示径（$\hat{r}$）の関係に基づいて，各標示の標準的な標示径（$\bar{r}_n$）及び標示形成時の体長（l_n）を推定した．

4) 標示形成時の体長について定差図による検討を行い，標示形成の等時性を確めた．

5) 縁辺成長指数 $(\hat{R}-\hat{r}_n)/(\hat{r}_n-\hat{r}_{n-1})$ の月別変化に基づき，9月～翌年1月が標示形成期であろうと推定した．

6) 本種の成長を雌雄別に求めた．また，体長と体重の関係を季節別に求めた．

文 献

1) 三尾眞一・田川 勝・篠原富美子・山田梅芳 1984：東シナ海・黄海における底魚類の食物関係に基づく群集生態学的研究．西水研研報，(61)，1-221.

2) 岡田立三郎・久新健一郎 1955：東海・黄海マエソ資源の研究．西水研研報，(7)，93-125.

3) 大滝英夫 1980：以西底魚資源．底魚資源（新水産学全集10，青山恒雄編），134-136，恒星社厚生閣.

4) 相川広秋 1960：資源生物学．154-191，金原出版株式会社.

5) 山田梅芳 1959：東シナ海に生息するワニエソの生殖生態について．西水研研報，(36)，21-37.

6) 三尾真一・浜田律子・篠原富美子 1975：東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究．西水研研報，(47)，51-

95.

7）真子　渺　1959：銘柄組成による底魚資源の解析（I），銘柄組成より年齢組成を推定する方法．西水研研報，(16)，35-42.

8）童　逸修・劉　発煊　1965：台湾海峡狗母之年齢与成長．合弁漁業生物試験所研究報告，2（1），17-25.

西水研研報　第63号，昭和61年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No.63. March, 1986

Opossum Shrimp School from a Dip of SCUBA Sweeping in a Small Inlet

Yasuhiro MORIOKA* and Katsunori KIMOTO*

A school of aggregated opossum shrimps was examined. The sampling was conducted with a sweeping net by SCUBA diving at the bottom layer 5 m deep of a small inlet, northwest of Kyushu, Japan on August 13, 1985. A total of 522 individuals of opossum shrimps was caught 96.6% of which was *Lycomysis bispina* IL. The rest included other 3 species. The *Lycomysis* community consisted of not only adult forms but also younger stages. Illustration of marsupial developmental stages and some ecological notes on *L. bispina* are given.

Many species of opossum shrimp, Mysidacea, have a seasonal occurrence maxima that frequently shows its aggregation and social behaviour[1]. Its pattern is referred to as swarm, school or shoal according to the behaviour of the components, and the shape and scale of the aggregation[2]. The function of it in itself is discussed by CLUTTER[2]. The fishery for mysid species started in former years in many relict lakes[3], inland sea[4] and the coastal area of open sea[5] of Japan. According to MURANO[3] the annual catches of more of less 1,500 ton of *Neomysis intermedia* have been taken in Kasumigaura, a relict lake, 40km northeast of Tokyo during 1955–1960, and the catch is used for human consumption and fish food. The aggregation of prey organisms may also be significant in the food strategy for its predators. *Neomysis intermedia* is the main diet for many species of salmonoids, cyprinids and miscellaneous fishes including flat fish in the relict lakes[3]. In recent years, KISO[6–8] and AZETA et al[9,10] documented the quantitative importance of mysids for the food of 0-group red sea bream, *Pagrus major*, in a temperate small inlet.

The present paper deals with the species, age and sex composition and some life historical characteristics of aggregated mysid community with particular reference to *Lycomysis bispina* observed by SCUBA diving. *L. bispina* was described from the coastal waters of Korea[11], but its ecology has not been recorded. hitherto.

Recieved December 20, 1985（昭和60年12月20日受理）
Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory No. 426（西海区水産研究所業績第426号）
* Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-machi, Nagasaki 850, Japan（森岡泰啓・木元克則，西海区水産研究所　〒850 長崎市国分町49）

METHOD AND MATERIAL

A sampling of aggregated mysid community was made by sweeping with an insect net by SCUBA diving at a depth of about 5 m of the innermost area of a small inlet, Shijiki Bay, Hirado Island of northwestern Kyushu (33° 11.1′ N, 129° 23.9′ E), daytime of August 13 of 1985. The aggregated communities of mysids were found under the tidal shade of rocks and in the space surrounded by clumps of brown algae *Eisenia bicyclis* and *Sargassum* spp., and eelgrass *Zostera marina* (plate Fig. 1). They were keeping the "school"[2] in a long ellipsoid formation of 30–50 cm in short axis and 1–2 m in long axis at about 30–50 cm above the sea bottom. One of the authors (YM) quickly swept along the long axis from its head aiming at the center of the school to catch one of the biggest schools. The distance of the sweeping was approximately 50 cm. The insect net used was 30 cm in diameter at the mouth ring with a 130 cm long rod. The filtering portion is made of gauze for dress making of

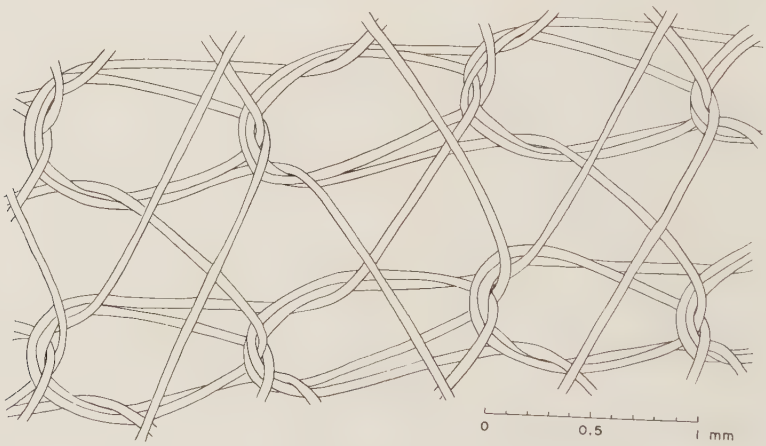


Fig. 1. Sketch of monofilament filtering cloth of insect sweeping net used.

a mesh aperture of 0.3–0.7 mm (Fig. 1). The mysids in school reacted so astutely (plate Fig. 2) to the net that some of them surely avoided the mouth ring of the net. The sample was kept in the net folding it up and brought to the deck of the boat immediately after the catch and then preserved in the 10% formalin sea water solution. The water temperature at the surface was 27.2℃ at sampling.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Species composition

A Total of 522 individuals of mysids was caught by dipping the majority of which (97%) was *Lycomysis bispina* Ii (Fig. 2), and the rest included other 3 species

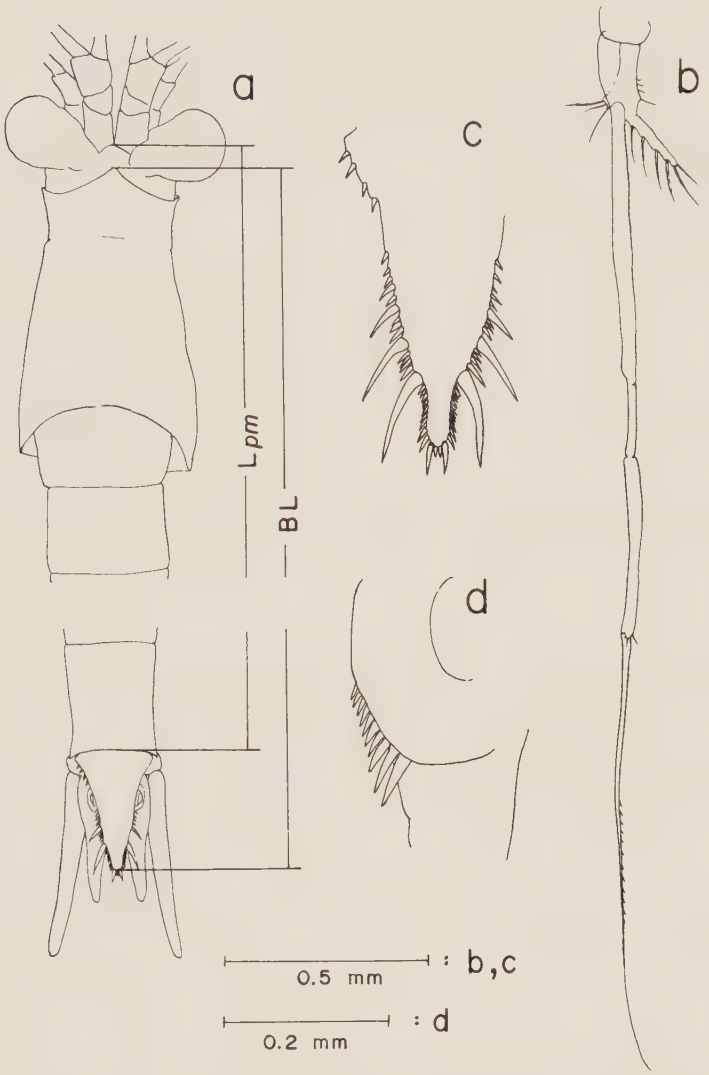


Fig. 2. *Lycomysis bispina* Ii. **a:** Position of the length of body measurement, L_{pm}: Length of body in the present study, BL: Defined in Murano[12], **b:** Fourth male pleopod, **c:** Telson, **d:** Lower inner margin near the statocyst of inner uropod.

(Table 1). As mentioned above, the sample was obtained aiming at the center of the school, and although it might be true that some of the mysids escaped from the net, other organisms from other schools did not probably enter the net on sweeping. Contamination on ascending to the boat is not possible either. The multi-species school or swarm of mysid has not been reported till now. Assuming that the distance of haul is 0.5 m and the filtering rate of the sweeping net is the unity,

Table 1. Species and numerical composition of a mysid community from a dip of SCUBA sweeping in Shijiki Bay, August 13, 1985.

Species	Organisms	Percentages
Siriella sp.	1	0.2
Lycomysis bispina	504	96.6
Anisomysis pelewensis	16	3.0
A. sp.	1	0.2
Total	522	100

the distribution density of *L. bispina* shows at least 14 individuals per liter of water or 16 mg in wet weight.

2. Size composition of *Lycomysis bispina*

Frequency distribution of body size in terms of the length of body (from the apical base of eyestalk to the end of the sixth abdominal somite in dorsal view, being referred to as L_{pm} in the present sutdy) is shown in Fig. 3. This is the result of measurements for a total of 152 individuals which were sampled at random among those rather straight specimens, i. e., without being bent dorso-ventrally. The relationship between L_{pm} and the body length (from the apex of the rostrum to the end of the telson, BL, MURANO[12], Fig. 2) is significantly illustrated in Fig. 4. The bodies of specimens were classified into three categories, i. e., adult female, adult

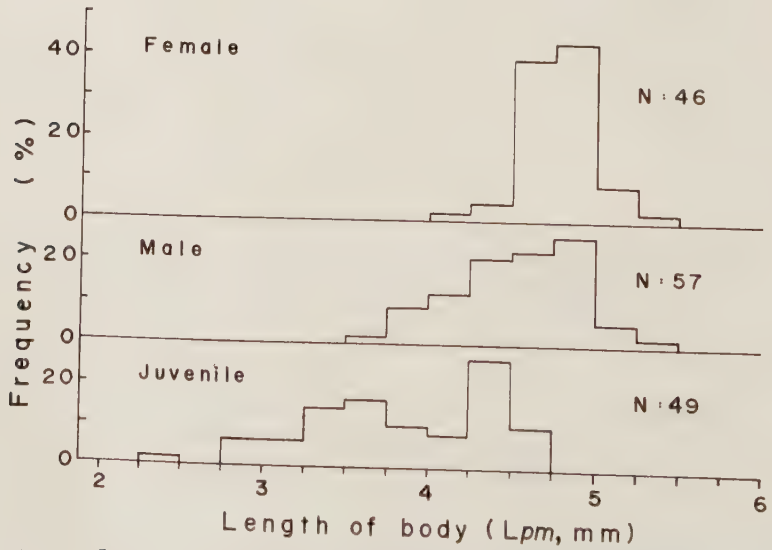


Fig. 3. *Lycomysis bispina*. Size frequency distribution according to developmental stage and sex in Shijiki Bay, August 13, 1985.

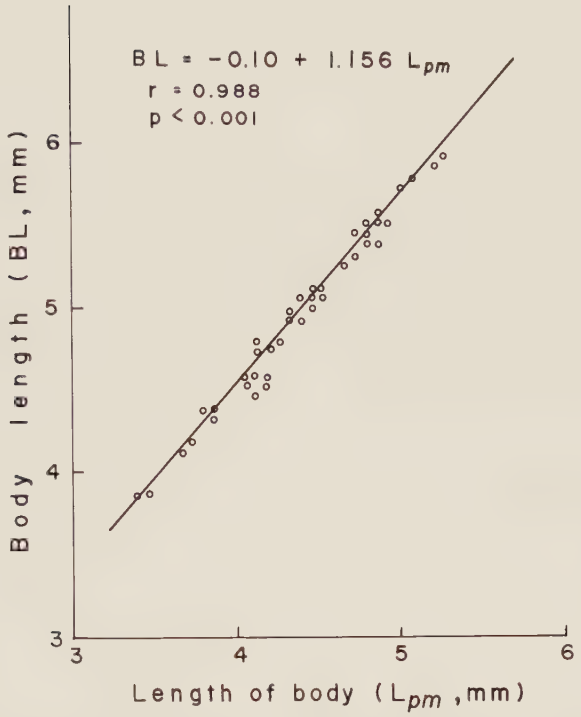


Fig. 4. *Lycomysis bispina*. Body size relationship between L_{pm} and BL. L_{pm} and BL are given in Fig. 2a.

male and the rest which is put together as "juvenile" It is noteworthy that they include different developmental stages and so wide range of body size. *Metamysidopsis* species[2] and *Acanthomysis sculpta*[13] schools included juveniles among them. The former is thought to be attributed to the temporal mixture of the adjacent swarms[2]. For the latter, GREEN[13] mentioned that the school was a breeding aggregation which is indicated by the fact that the number of juveniles increased in ten days. According to CLUTTER[2] the same sized community may keep advantages to maintain the unifrom swimming speed and to avoid the possible stresses by visual stimulation. Does the present result show that the tolerance of *Lycomysis bispina* for the factor mentioned above is rather hight and that to be gregarious in itself is meaningful for them regardless of the developmental stage and species ? Much further information on this matter is required before any sound conclusions could be drawn[1].

3. Sex ratio

Sex ratio for the 197 individuals of adult form sampled at random was 1.29. This may vary according to season. *Acanthomysis sculpta* of British Columbia, Canada

showed drastic change in sex ratio from 1.8 to 4.9 within 10 days[13]. MURANO[14] stated that the sex ratio varied through the year from 0.64 to 2.27 for *Neomysis intermedia* with a annual average around the unity.

4. Marsupial development

The larval development of mysids takes place intirely within the mother's brood pouch, marsupium[1], and the detailed external morphology of the developing embryos has been given for certain species (*Neomysis intermedia* by MURANO[15], *Boreomysis arctica* by JEPSEN[16], *Acanthomysis sculpta* by GREEN[13], etc.). The larvae of the different species are quite similar[17]. Summarizing the earlier works MAUCHLINE[1] divided the morphological development inside the marsupium into three stages; the early embryo at first egg-like but later with rudiments of antennae and abdomen

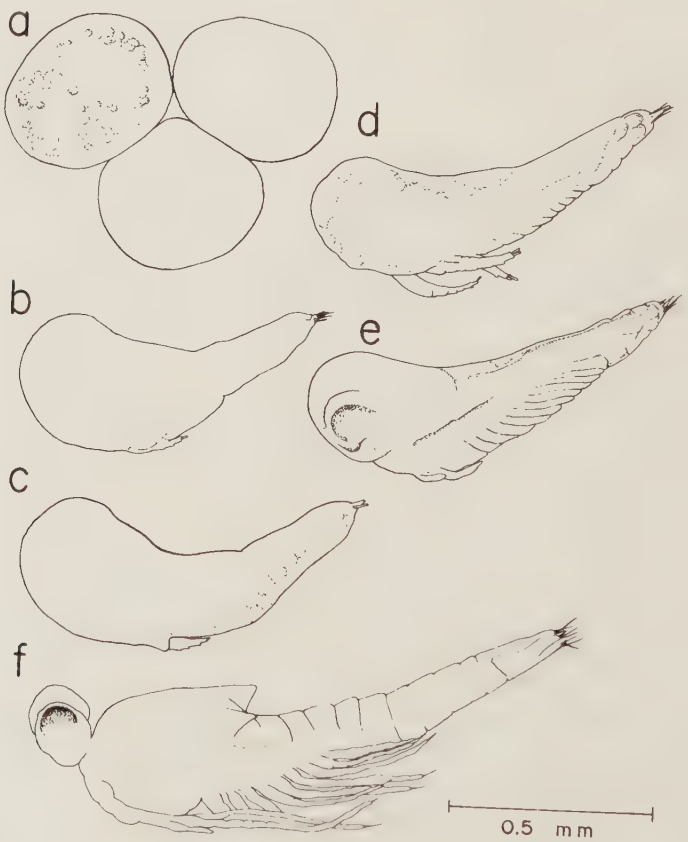


Fig. 5. *Lycomysis bispina*. Developmental stags in the marsupium. **a:** Embryo (Stage I), **b d:** Comma-shaped larvae (Stage II), **e:** Comma-shaped larva with the anlage of eye and thoracic appendages (Stage III), **f:** Larva with developed antennae, thoracic appendages and eyes stalked.

developing, the larva with abdomen and developing antennae and thoracic appendages, and the larva with eyes on stalks. In the present paper the development was divided into four stages (Fig. 5). The second stage by MAUCHLINE[1] was subdivided into two; the simple comma-shaped larva with rudimentary antennae (Stage II, Fig. 5 b-d) and a larva with thoracic appendages and an anlage of the eye (Stage III, Fig. 5 e).

In Stage I the embryo was spherical or ellipsoidal and sometimes distorted due to the cramped arrangement within the marsupium. Its mean diameter was 0.36 mm in short axis and 0.43 mm in long axis. From a list compiled by WITTMANN[18] the relationship between egg diameter (D, mm) and body size (L, mm) for 23 samples of 19 species among 14 genera from the various waters of world oceans was presented as follows:

$$D = 0.293 + 0.02576\ L \quad (r=0.946,\ p<0.001)$$

By the above formula the diameter of an ova for a mysid of the same body length as *Lycomysis bispina* ranges from 0.41 to 0.44 mm. *L. bispina* ova is somewhat smaller than that of other species for its body size.

5. Brood size

The number of embryos in a marsupium ranged from 3 to 10, averaging 6.4 among 50 females investigated. Within a single species the number of embryos in a marsupium varies according to season (*Neomysis japonica*, *Acanthomysis longirostris* and *Rhopalophthalmus egregius*, IKEMATSU[4]; *Neomysis japonica*, ISHIKAWA and OSHIMA[19]; *Gastrosaccus vulgaris*, MATSUDAIRA *et al.*[20]; *Neomysis intermedia*, MURANO[14]), but always in proportion to the body length[17]. The number of marsupial embryos decreases during summer in *Neomysis japonica*[19] and *N. intermedia*[14] and it is suggested by both authors that this is due to higher temperature. MAUCHLINE[17] compiled the mean annual body length and mean numbers of young per brood from Northeast Atlantic and Mediterranean Sea. The relationship between body length and number of embryos for *Lycomysis bispina* community was not significant. The brood size of *L. bispina* is somewhat smaller than the other mysidaceans for its body length. Among the embryos within the 50 marspia investigated 18% was at Stage I, 28% at Stage II, 38% at Stage III and 16% at Stage IV. This shows that breeding is not always synchronous within a community[17,21]. Also embryos of two stages in a single marspium were observed in 3 mothers: 8 embryos in Stage I and 1 in III; 1 in I and 8 in II; 6 in II and 1 in III. According to CLUTTER[2] *Metamysidopsis elongata* spermatozoa passed into the empty brood pouch of female are available to fertilize the eggs extruded into the pouch. WITTMANN's[18] text figure shows that the incubation period for the eggs of diameter of about 0.3-0.5 mm is about 5-10 days under a temperature of 24°C. The same author stated that the duration from ovi-

position to the first moult (Stages I–III in the present paper) takes 55–85% of the total incubation period. It is probable therefore that the subsequent stages of embryos coexist in a marsupium. On the other hand, WITTMANN[22] observed that females of two species of *Leptomysis* are able to capture and introduce liberated larvae of other females into their marsupium in the laboratory as well as in the natural populations. These have been comfirmed in several other species by MAUCHLINE and WEBSTER (unpublished, cited from MAUCHLINE[1]). The percentage of natural females with "adopted" larvae was 0.8% in *Leptomysis lingvura*[22] and 0.25% in *L. burgii*[22]. Thus, the possibility of the asynchronous oviposition and the longevity of the spermatozoa in the marsupium are of interest.

Acknowledgement: We are indebted to Mr. M. YANO and Mrs. J. NAKASHIMA of The Laboratory for their hearty encouragement and help given to us during this study. Thanks are also due to the memhers of the Shijiki Fisheries Cooperative Association, Hirado for their interest and the facilities of field works.

REFERENCE

1) J. MAUCHLINE 1980: The biology of *Mysids*. *Adv. Mar. Biol.*, **18**, 1–369.

2) R. I. CLUTTER 1969: The microdistribution and social behavior of some pelagic mysid shrimps. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **3**, 125–155.

3) M. MURANO 1963: Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. I. Role of the mysid on the production of fish in lakes. *Suisan-Zoshoku* (*The Aquaculture*), **11**, 149–158. (in Japanese)

4) W. IKEMATSU 1956: Notes on the ecology of Mysidacea in Ariake Sea. *Rep. Invest. Ariake Sea*, (3), 1–15. Seikai Regional Fisheries Res. Lab., Nagasaki. (in Japanese with English abstract)

5) Y. MORIOKA and Y. TAKAHASHI 1980: Ontogenetic vertical and horizontal migration of an opossum shrimp, *Acanthomysis pseudomacropsis* (Crustacea: Mysidacea) in the Japan Sea. *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, (31), 153–159.

6) K. KISO 1980: On the feeding habit of 0-group red sea bream (*Pagrus major*) in Shijiki Bay, Hirado Island. I. Sequential changes of the diet with growth and its annual variation.. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, (54), 291–306. (in Japanese with English abstract)

7) K. KISO 1982: Ditto. II. The habitat utilization in terms of food resources. *Ibid.*, (57), 31–46. (in Japanese with English abstract)

8) K. KISO 1985: On the feeding habit and mode of distribution of immature red sea bream (*Pagrus major*) in Shijiki Bay, Hirado Island, Japan. *Ibid.*, (62), 1–17. (in Japanese with English abstract)

9) M. AZETA, R. IKEMOTO and M. AZUMA 1980: Distribution and growth of demersal 0-age red sea bream, *Pagrus major*, in Shijiki Bay. *Ibid.*, (54), 259–278. (in Japanese with English abstract)

10) M. AZETA, R. IKEMOTO and M. AZUMA 1980: Diurnal activity rhythms in 0-group red sea

bream *Pagrus major*. *Ibid.*, (54), 279-289. (in Japanese with English abstract)

11) N. Ii 1964: Fauna Japonica. Mysidae. Biogeogr. Soc. Japan, 610 pp.

12) M. Murano 1970: Systematic and ecological studies on Mysidacea collected by the bottom-net. *J. Oceanog. Soc. Japan*, **26**, 137-150.

13) J. M. Green 1970: Observations on the behavior and larval development of *Acanthomysis sculpta* (Tattersall), (Mysidacea). *Canadian J. Zool.*, **48**, 289-292.

14) M. Murano 1964: Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. III. Lifecycle, with special reference to the reproduction of the mysid. *Suisan-Zoshoku* (*The Aquaculture*) **12**, 19-30. (in Japanese)

15) M. Murano 1964: Ditto. IV. Lifecycle, with special reference to the growth of the mysid. *Ibid.*, **12**, 109-117. (in Japanese)

16) J. Jepsen 1965: Marsupial development of *Boreomysis arctica* (Kröyer, 1861). *Sarsia*, **20**, 1-8.

17) J. Mauchline 1973: The broods of British Mysidacea (Crustacea). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **53**, 801-817.

18) K. J. Wittmann 1984: Ecophysiology of marsupial development and reproduction in Mysidacea (Crustacea). *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **22**, 393-428.

19) M. Ishikawa and Y. Oshima 1951: On the life-history of a mysid crustacean, *Neomysis japonica* Nakazawa. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, **16**, 461-472. (in Japanese with English abstract)

20) C. Matsudaira, T. Kariya and T. Tsuda 1952: The study on the biology of a mysid, *Gastrosaccus vulgaris* Nakazawa. *Tohoku J. Agric. Res.*, **3**, 155-174.

21) K. J. Wittmann 1981: On the breeding biology and physiology of marsupial development in Mediterranean *Leptomysis* (Mysidacea: Crustacea) with special reference to the effects of temperature and egg size. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **53**, 261-279.

22) K. J. Wittmann 1978: Adoption, replacement, and identification of young in marine Mysidacea (Crustacea). *Ibid.*, **32**, 259 274.

平戸島志々伎湾アミ類群集のスキューバ観察の一例

森岡泰啓・木元克則

抄　録

1985年8月13日11時30分，九州平戸島の志々伎湾々奥部の近底層（海深約5m）に群泳するアミ類をスキューバ潜水によって採集した．凝集したアミ類の群集（スクール）はふつう直径30～50cm，長さ1～2mの楕円体を呈し，岩の潮下やアラメ，ホンダワラ類，アマモのくさむらの間，海底から30～50cm上をぬうようにゆっくりと移動していた．それらのうち最も規模の大きなもののひとつを群の正面から口径30cmの捕虫網でひとはきした．採集されたアミ類は522個体であった．そのうちの96.6%を *Lycomysis bispina* Ii が占

め，*Siriella* sp. 1，*Anisomysis pelewensis* 16，*A.* sp. 1個体を含んでいた．1個のスクールが複数の種を含んでいるという初めての記録である．

Lycomysis には雌雄成体のみでなく未成体も多数含まれ，体長の範囲は広く2.7～6.1㎜に及んでいた．哺育のうの中の胚の外部形態をスケッチし，発育段階ごとの個体数を数えた．*L. bispina* が保有している胚は他のアミ類に比べて体長の割にどちらかといえば小型，3～10個（平均6.4個）とやや少なめである．

捕虫網の有効な移動距離は50㎝程度であったから，*Lycomysis* のスクールの中での分布密度はひかえめに見積って海水1リットルあたり14個体，湿重量にして16㎎となる．

Plate I

Fig. 1. *Lycomysis bispina* swimming in school in the vicinity of 5 meters deep of Shijiki Bay, Kyushu, June 27 1985.

Fig. 2. Abrupt movement of *Lycomysis bispina* for the approaching of a SCUBA diver, Shijiki Bay, Kyushu, June 6 1985.

西水研研報　第63号，昭和61年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Rab., No. 63. March, 1986

高温条件下におけるエゾアワビ，クロアワビ，交雑アワビの成長と生残

井上清和*・鬼頭　鈞*・浮　永久**・菊地省吾**

Influence of the High Temperature on the Growth and Survival of Three Species of Abalone

Kiyokazu INOUE*, Hitoshi KITO*, Nagahisa UKI**
and Shōgo KIKUCHI**

Three species of juvenile abalone *Haliotis discus hannai*, *H. discus* and hybrid between these two species (*H. discus hannai* ♀× *H. discus* ♂) were reared using plastic cages set in the warm sea of south Japan and indoor tanks controlled at 20 and 25℃, in order to make clear the influence of high temperature to the growth rate and survival rate of these three species.

H. discus hannai which are distributed in the cold north Japan showed higher growth rate and higher survival rate than the southern species, *H. discus*, on both indoor and natural sea culture experiments. *H. discus* reared in the natural sea had a high mortality during the period from the end of September to early December when the sea water temperature was between 20 and 24℃. The percentage of dead shells during this period was 63.1 of the total dead shells throughout the experiment. From the results of the rearing experiment in the sea, the seasonal growth pattern of the hybrid resembled closely that of *H. discus*. However, the seasonal change of survival rate was similar to *H. discus hannai*.

It became conclusively clear that the most suitable species as artificial seed for aquaculture not for stocking in the southern area is *H. discus hannai*.

昭和61年1月20日受理（Recieved January 20, 1986）
西海区水産研究所業績第427号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 427）
本報告の一部は1985年10月，昭和60年度日本水産学会秋季大会（鹿児島市）において発表した．

* 西海区水産研究所 〒850 長崎市国分町49（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu machi, Nagasaki 850, Japan）
** 東北区水産研究所 〒985 塩釜市新浜町三丁目27－5（Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shinhama cho, Shiogama, Miyagi 985, Japan）

はじめに

近年アワビ類の増産を目的として放流用種苗の育成技術が進み，各地でいろいろな方法による人工稚貝飼育が実用規模で行なわれている．また最近では，このような人工稚貝を食品として市場に流通する大きさになるまで飼育する，いわゆる養殖も試みられるようになってきた．このような飼育の対象となる種類は地方によって異なり，一般にはそれぞれの地域に自然分布し，かつ漁獲物としての値段が高い種類が用いられている．即ち，寒流の影響を受ける北海道，東北地方ではエゾアワビ *Haliotis discus hannai* が，それ以外の暖流域ではおもにクロアワビ *H. discus* が利用されている[1]．これら両種は形態的には良く似ており，分類学上亜種の関係にあるとされている[2]．しかし，これらの稚貝を飼育した場合の生残率はエゾアワビの方が高い場合が多く[3]，一般にはクロアワビに比べて飼育対象種として優れているといわれている．エゾアワビを暖流域で飼育すると，どのような成長及び生残を示すかということは，今後この海域での発展が予想されるアワビの養殖用種苗としての可能性を考えると，大変興味ある点である．そこでそれら両種とさらに，エゾアワビの卵にクロアワビの精子を受精させた交雑アワビの計三種を，陸上の水槽を用いて高水温条件下で約1ケ月間飼育（実験1）するとともに，長崎県平戸島の沿岸海面に設置した筏を利用して，約1年間海中飼育を行ない（実験2），それぞれの種の成長様式及び生残の変化について比較検討した．

これらの結果は，クロアワビを中心とした暖海域での稚貝育成技術の発展に寄与できるものと思われるので，その結果を報告する．

材料および方法

実験1（室内飼育）

実験に用いた稚貝は長崎県平戸島産のクロアワビと宮城県江ノ島産のエゾアワビのそれぞれを親貝として，いずれも東北区水産研究所で採卵，育成したものである．また両種の間で交雑（エゾアワビ♀×クロアワビ♂）を行ない雑種を得た．なお，それぞれの種が採卵されたのはエゾアワビが1983年6月17日，クロアワビと交雑アワビが1983年11月21日であった．

実験は東北区水産研究所の増殖実験施設で行なった．飼育に使用した海水は施設の近くの松島湾内から揚水し，砂ろ過したもので，熱交換で温度調節を行ない，水温20℃と25℃の2系列を設定した．飼育水槽は，周囲を黒色に塗装したスチロール製（20.5×36.0×28.5Hcm，容量 20*l*）の水槽で，内部にシェルターとして屋根型に曲げた塩化ビニール板を設置した．水槽は屋内に設置し，その内部の照度は底面中央部で日中 100*l*ux 前後であった．

実験は20℃と25℃の二つの系に分け，その各々の系にエゾアワビ，クロアワビ，交雑アワビ，それぞれ20個体づつを，別々の水槽，計6水槽に分けて収容して行なった．各水槽にはろ過海水を毎時 20*l* 注水し，水槽底辺長軸方向隅に設置した通気用孔列から通気して，海水をゆるやかに撹拌した．なお，25℃にセットした実験区では，実際の水温は25℃～28℃の間にあった．

餌料はホソメコンブ *Laminaria religiosa* を用い，常に水槽中に餌があるよう充分に与えた．実験は1984年6月22日から同年 8月7日までの46日間行なわれた．実験開始時と終了時に全個体の殻長と体重を測定した．

実験2（海中飼育）

供試稚貝は実験1で用いたものと同じ時に同じ方法で採卵，育成された，エゾアワビ，クロアワビ，交雑アワビである．これらの稚貝を1984年6月18日に東北区水産研究所から長崎県平戸島まで約10時間かけて航空機と自動車にて輸送した．

飼育方法は，平戸島志々伎湾の湾奥部に設置された魚類養殖用筏を利用し，小型（60×60×33cm）の直方体プラスチック製飼育籠を海上よりロープにて水深約3mの深さに吊るす，いわゆる海中飼育法である．飼育籠の底面全体をほぼ覆う大きさ（58×55cm）の黒色塩化ビニール製波板（一つの山の高さが約4cm）をシェルターとして取付けた．

なお，交雑アワビのうち約1万個の平均殻長約9mm

の小型群は，海中飼育用の籠に設けられている正方形の小穴の一辺が約6㎜であり，逃げ出すおそれがあるので，陸上水槽内に網目径5㎜のモジアミで作った立方体状の籠（90×90×50㎝）を設置して飼育した．飼育籠への収容個体数は，稚貝がシェルターと飼育籠底面に無理なく散在する状態を目安とした．交雑アワビを収容した一部の飼育籠では稚貝の成長につれて過密となり，1984年8月と10月の2回にわたって個体数が半分となるよう分養した．

なお，殻長の測定は，予め種類ごとに決められた1個の測定用籠の中から，毎回無作為に取り出した50～60個体について行なった．交雑アワビの陸上水槽に収容した小型群についても同時に計測を行なった．

生残率の算出は飼育した全稚貝を対象とし，給餌日にそのつど死貝を集め種ごとの生残率を算出した．

飼料は実験開始時から1985年2月4日までは低温保存した塩蔵ワカメ *Undaria pinnatifida* を，その後同年2月7日からはこれに代って配合飼料を与えた．給餌方法としてワカメの場合は，予め塩抜きしたワカメを原則として夏期は2日に1回，冬期は4日に1回，次回の給餌の時にわずかに残餌がみられる程度与えた．人工飼料の場合は，市販の小銭状に固めた配合飼料を3日に1度，残餌が少し見られる程度与えた．なお，残餌は週に1度，給餌前にポンプ揚水した加圧海水で良く洗い流した．

給餌日ごとに，飼育筏内での表面水温と陸上水槽の水温を測定した．

育成した稚貝のうち，測定対象籠を除く大型群約2万6千個を1985年3月20日に，次いで残りの1万2千個を同年5月13日に放流した．従って，生残率については第1回目の放流時点までについて計算し，成長については，第2回目の放流時点まで調べた．

Table 1. 室内飼育実験（46日間）における3種アワビ稚貝の成長
Growth of the three species of abalones reared in indoor tanks during 46 days.

Temp. (°C)	Species	Mean shell length(㎜)		Mean body weight(g)		Daily growth(μm)[b]	Weight increase (%)[c]
		Initial	Final	Initial	Final		
20	*H. discus hannai*	24.3	29.1	1.86	3.13	104	68.5
	H. discus	21.7	25.6	1.08	2.00	85	85.2
	Hybrid[a]	22.1	26.7	1.07	2.16	100	101.9
25-28	*H. discus hannai*	24.5	30.8	1.92	3.45	137	79.7
	H. discus	21.5	25.8	1.03	1.95	93	89.3
	Hybrid[a]	21.7	27.4	1.07	2.28	124	113.1

[a] *H. discus hannai* ♀ × *H. discus* ♂.
[b] Calculated from initial and final mean shell length.
[c] Calculated from initial and final mean body weight.

結　　果

実験1

得られた日間成長量（殻長の日間増加量）は20℃と25℃の両実験区とも，エゾアワビが最も大きく，次いで交雑アワビ，クロアワビの順となった（Table 1）．20℃区に対する25℃区の成長量はエゾアワビで1.32倍，交雑アワビで1.24倍，クロアワビで1.09倍といずれの種でも25℃区の方が大きい値が得られた．

増重率では20℃，25℃両実験区とも交雑アワビの増重が著しく，次いでクロアワビ，エゾアワビの順となった．また，20℃と25℃実験区の比較では，いずれの種でも25℃区での増重率が大きく，20℃区に対し25℃区がエゾアワビで1.16倍，交雑アワビで1.11倍，クロアワビで1.05倍であった．

実験2

飼育実験期間中の筏内の表面水温は，旬平均値で8月中旬に最高の26.0℃となり，その後下降して11月中旬に20℃以下となり，2月中旬から3月上旬にかけて

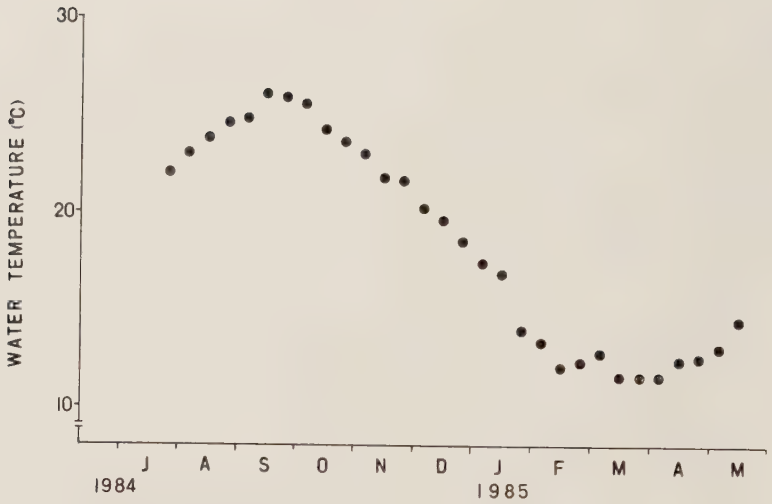


Fig. 1. アワビ稚貝海中飼育期間中の志々伎湾内の表面水温変化
Seasonal changes in surface water temperature at the innermost parts of Shijiki Bay where the rearing experiment (Experiment 2) on juvenile abalone was performed.

Table 2. 平戸島志々伎湾で行なわれた海中飼育実験における成長及び生残
Results on the growth and survival rate in juvenile abalones of three species, obtained by the rearing experiments in Shijiki Bay.

Species	Mean shell length (mm)		Daily growth (μm)[c]	Survival rate (%)[d]
	July 14, 1984(A)	April 24, 1985(B)		
H. discus hannai	20.8	39.5	66	88.1
H. discus	17.6	34.4[b]	55	77.2
Hybrid[a]	15.3	32.0	59	90.4
Hybrid[a] (in tanks)	11.3	26.6	54	90.8

[a] *H. discus hannai* ♀ × *H. discus* ♂
[b] Measured on May 13, 1985.
[c] Calculated from A and B.
[d] Calculated from the number counted on March 20, 1985.

最低の11.5℃となった（Fig. 1）．陸上水槽の水温の旬平均値は海上筏での値に比べて，6月中旬から9月中旬まで0.3～1.6℃高く，11月中旬から3月上旬までは逆に0.3～1.7℃低かった．

飼育期間中の成長結果を Table 2 に示す．この間の日間成長量はエゾアワビが最も大きく 66μm，次いで海上飼育した大型の交雑アワビが 59μm，クロアワビが55μm，陸上水槽で飼育した小型の交雑アワビが54μmと最も小さかった．

3種の稚貝の日間成長量の季節的な変化は大筋では良く似た傾向を示し，秋から冬にかけて徐々に増大し，2月に最高となる（Fig. 2）．逆に春から夏にかけては減少傾向を示す．細かな特徴として，エゾアワビは全飼育期間を通じ日間成長量の変動が小さく，10月と11月に他の2種に比べて高い値を示した．クロアワビと交雑アワビは，互いに良く似た変動傾向を示し，変動幅が大きく春から夏にかけての成長が落ちる特徴がみられた．

各種稚貝のへい死状況を月ごとに見ると，エゾアワビのへい死個体数は高水温時に多く，水温の低下とともに減少した．クロアワビのへい死個体数は9月下旬から11月上旬にかけて増加し，特に10月には1カ月間

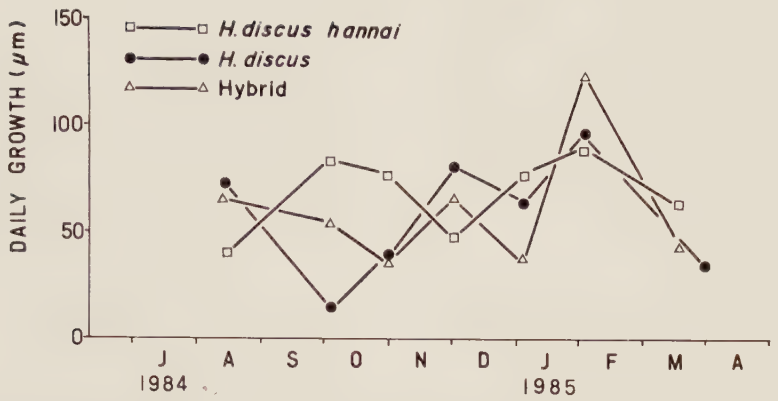


Fig. 2. 海中飼育におけるアワビ稚貝3種の日間成長量の変化
Seasonal changes in the daily growth of juvenile abalones reared in Shijiki Bay.

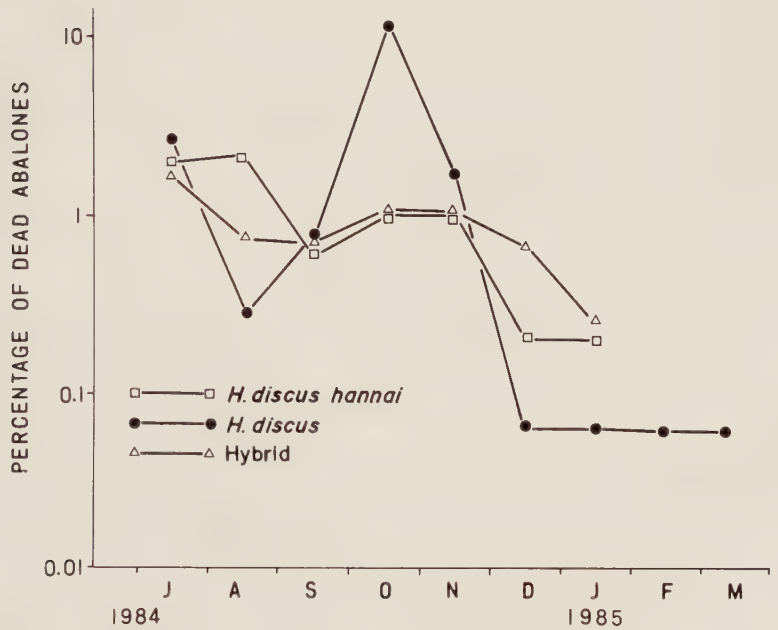


Fig. 3. 海中飼育におけるアワビ稚貝3種のへい死個体数の月別変化（全個体数に対する百分率）
Monthly changes of the percentage of dead abalones to the initial number in the rearing experiment in Shijiki Bay.

に全個体数の約12%が死亡した．交雑アワビのへい死個体数の月別の変化はエゾアワビのそれと類似した傾向を示した（Fig. 3）．

生残率は，エゾアワビが88.1%，海上飼育の交雑アワビが90.4%，陸上水槽で飼育した交雑アワビが90.6%といずれも高い値を示したのに対し，クロアワビは77.2%とやや低い値を示した．

考　察

室内及び海上施設により，エゾアワビ，クロアワビ，交雑アワビの3種を，比較的高温条件下で飼育して各々の成長比較を行なったところ，北方種であるエゾアワビが最も良く成長した．特に，海上施設での飼育では，夏には水温が26℃にもなり，クロアワビと交雑アワビの成長がおちたのに対し，エゾアワビでは極端な成長の低下はみられなかった．

九州海域でエゾアワビを海中飼育すると，生後1年間で平均殻長が約30㎜にも達する[3]．この値は東北などの水温条件下における生後1年目の殻長約10～15㎜[4,5]よりはるかに良い．このことはエゾアワビの飼育に関して温度条件だけについて言えば，南の方が有利であることを意味する．

3種の生残率を比較すると，クロアワビが極端に悪い．これは9月下旬から11月上旬にかけての水温24℃～20℃の間にへい死が起きたためで，全体のへい死個体の63.1%がこの時期にみられている．以前よりクロアワビの種苗生産過程では，高水温期に大量へい死が起きることが問題となっている[6,7]．この理由は現在まで明らかにされていない．今後クロアワビの生理特性の把握と飼育技術の検討という両面からその理由を探求する必要がある．エゾアワビと交雑アワビではこのような極端なへい死は見られないことから，先の成長に関する点と同じく，この海域での飼育対象種として，生残という面からもエゾアワビの方がクロアワビより有利であると言える．

海中飼育は施設が簡便なことと，揚水中断による大量へい死の危険がないことから，エゾアワビ地域では中間育成技術として広く普及している．この方法が普及しているもう一つの理由として，北方域ではコンブ類を中心にしたすぐれた餌料海藻が豊富に供給できる点があげられる．今回の実験では餌料として塩蔵ワカメを用いたが，給餌後の溶解が速く，頻繁に交換しなければならなかった．特に，夏期には腐敗も速く，餌料効率の面からも不適である．このため高水温下でも容易に使用できる効率のよい人工餌料の開発が望まれる．

文　献

1）水産庁・日本栽培漁業協会　1985：栽培漁業種苗生産，入手・放流（全国）．昭和58年度実績，謄写印刷，298pp.

2）猪野　峻　1952：邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究．東海水研研報，(5)，1—102.

3）伊東義信・野田進治・広瀬　茂　1985：アワビ類（エゾアワビ，クロアワビ）の種苗生産．佐賀県栽培漁業センター事業報告書，昭和55～58年度，43—59.

4）上田健治・田中元由・大森正明・根田幸三・五十市周三・高橋　禎・黄川田富八・吉田幸高　1981：アワビ種苗生産．岩手県栽培漁業センター事業報告書，昭和56年度，8—14.

5）門間春博　1982：アワビ健苗育成試験．北海道立栽培漁業総合センター事業報告書，昭和56年度，85—88.

6）南西海区ブロック会議介類研究会　1985：昭和59年度介類関係試験研究結果．南西海区ブロック介類情報，(24)，1—31.

7）柳瀬良介・川口　敏・石渡敏郎・大滝高明　1984：57年度アワビ種苗生産．静岡県栽培漁業センター事業報告，昭和58年度，11—12.

非　売　品

昭和61年3月10日　印刷
昭和61年3月15日　発行

水産庁西海区水産研究所
〒850　長崎市国分町49

印刷人　松　尾　隆一郎
印刷所　株式会社　隆　文　社
佐世保市瀬戸越町3 4-7
電話（0956）㊾ 3306

CONTENTS

(In Japanese with English abstract, and the asterisked in English)

Kuniaki MIYAJI and Naofumi INOUE
Characteristics of the Flow of the Kuroshio in Northwest Waters off Amami Ōshima in the East China Sea 1

Keiki IIZUKA and Seiichi HAMASAKI
Ecology of Common Mackerel in the Southwestern Sea of Japan and the East China Sea–II. Biological Characteristics in Each Fishing Ground 15

Ritsuko HAMADA
Age and Growth of the Lizard Fish, *Saurida wanieso* SHINDO et YAMADA, in the East China Sea 49

*Yasuhiro MORIOKA and Katsunori KIMOTO
Opossum Shrimp School from a Dip of SCUBA Sweeping in a Small Inlet 61

Kiyokazu INOUE, Hitoshi KITO, Nagahisa UKI and Shōgo KIKUCHI
Influence of the High Temperature on the Growth and Survival of Three Species of Abalone 73

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
49 KOKUBU-MACHI, NAGASAKI 850
JAPAN